



Alto Patronato del Presidente della Repubblica



*Accademia Italiana
di Scienze Forestali*



*Ministero delle Politiche
Agricole Alimentari e Forestali*



Corpo Forestale dello Stato



*Ministero dell'Ambiente
e della Tutela del Territorio
e del Mare*



*Regione
Siciliana*



ATTI

del Terzo Congresso Nazionale di Selvicoltura per il miglioramento e la conservazione dei boschi italiani

16-19 ottobre 2008
TAORMINA (Messina)

VOLUME PRIMO

Accademia Italiana di Scienze Forestali
Firenze - 2009



Alto Patronato del Presidente della Repubblica



*Accademia Italiana
di Scienze Forestali*



*Ministero delle Politiche
Agricole Alimentari e Forestali*



Corpo Forestale dello Stato



*Ministero dell'Ambiente
e della Tutela del Territorio
e del Mare*



*Regione
Siciliana*

ATTI

del Terzo Congresso Nazionale di Selvicoltura per il miglioramento e la conservazione dei boschi italiani

16-19 ottobre 2008
TAORMINA (Messina)

VOLUME PRIMO

Accademia Italiana di Scienze Forestali
Firenze - 2009

L'elaborazione dei testi, anche se curata con grande attenzione, non può comportare particolari responsabilità per eventuali inesattezze o errori. Quanto esposto è di esclusiva proprietà scientifica e intellettuale degli Autori ed esclude ogni responsabilità del curatore e dell'Editore.

A cura di
Orazio Ciancio

Con la collaborazione di
Luigi Carlo Fabbri, *Corpo Forestale dello Stato*
Federico Guerrini, *Corpo Forestale dello Stato*
Caterina Morosi, *Accademia Italiana di Scienze Forestali*
Francesco Paolo Piemontese, *Università degli Studi di Firenze*
Giovanna Puccioni, *Accademia Italiana di Scienze Forestali*

Gli Atti sono stati stampati grazie al contributo di
Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare
Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali
Regione Siciliana - Azienda Regionale Foreste Demaniali

© 2009 Accademia Italiana di Scienze Forestali
Piazza Edison 11 - 50133 Firenze
info@aisf.it - www.aisf.it

ISBN 978-88-87553-16-1

TIPOGRAFIA COPPINI - Firenze, giugno 2009

Con l'Alto Patronato del Presidente della Repubblica

Patrocinio

Presidenza del Consiglio dei Ministri
Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare
Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca
Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali
Ministero delle Politiche Europee
Ministero dello Sviluppo Economico

COMITATO ORGANIZZATORE

Presidente: CESARE PATRONE, Capo del Corpo Forestale dello Stato
Vice Presidente: MICHELE LONZI, Capo del Corpo Forestale Regione Siciliana

Membri del Comitato Organizzatore

GIORGIO CAVALLERI, Corpo Forestale dello Stato
PIERMARIA CORONA, Federazione Italiana Dottori Agronomi e Forestali e Accademia Italiana di Scienze Forestali
GIORGIO CORRADO, Corpo Forestale dello Stato
CESIDIO DI GIROLAMO, Consulta Nazionale per le Foreste, il Legno e la Carta
CARMELO DI VINCENZO, Regione Siciliana
RAFFAELLO GIANNINI, Referente Regioni del centro Italia
ERVEDO GIORDANO, Osservatorio Foreste e Ambiente
WULF KILLMANN, Food and Agriculture Organization
MARINA MARINELLI, Corpo Forestale dello Stato
LUIGI MASUTTI, Referente Regioni del nord Italia
BRUNO PETRUCCI, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare
ILARIA PRATESI, Associazione Forestale Italiana
SALVATORE RIZZO, Consiglio Ordine Nazionale Dottori Agronomi e Forestali
IGNACIO SEOANE, Commissione Europea agricoltura e sviluppo rurale

COMITATO SCIENTIFICO

Presidente: FIORENZO MANCINI, Presidente Accademia Italiana di Scienze Forestali
Vice Presidente: ORAZIO CIANCIO, Vice Presidente Accademia Italiana di Scienze Forestali

Membri del Comitato Scientifico

EMILIO AMORINI, Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura
NALDO ANSELMINI, Università della Tuscia (Viterbo)
SANZIO BALDINI, Unione Nazionale Istituti Ricerche Forestali
GIUSEPPE BARBERA, Università di Palermo
ANDREA BATTISTI, Università di Padova
STEFANO BERTI, Consiglio Nazionale delle Ricerche
MASSIMO BIANCHI, Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura
STEFANO BISOFFI, Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura
MARCO BORGHETTI, Società Italiana di Selvicoltura ed Ecologia Forestale
GIOVANNI BOVIO, Università di Torino
DOMENICO CAMPANILE, Regione Puglia
ROBERTO CAROVIGNO, Regione Lombardia
PAOLO CASANOVA, Università di Firenze
PIERMARIA CORONA, Università della Tuscia (Viterbo)
GIORGIO CORRADO, Corpo Forestale dello Stato
ROBERTO DEL FAVERO, Università di Padova
SANDRO DETTORI, Università di Sassari
CARMELO DI VINCENZO, Regione Siciliana
RAFFAELLO GIANNINI, Consiglio Nazionale delle Ricerche
BRUNO GIAU, Università di Torino
ERVEDO GIORDANO, Università della Tuscia (Viterbo)
EMILIO GOTTARDO, Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia

VITTORIO GUALDI, Università di Bari
AMERIGO HOFMANN, Osservatorio Foreste Ambiente
FRANCESCO IOVINO, Università della Calabria (Cosenza)
GIOVANNI LA VIA, Università di Catania
VITTORIO LEONE, Università della Basilicata (Potenza)
ANTONIO LUMICISI, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare
FEDERICO MAETZKE, Università di Palermo
FEDERICO MAGNANI, Università di Bologna
MARCO MARCHETTI, Università del Molise (Isernia)
ENRICO MARCHI, Università di Firenze
LUIGI MASUTTI, Università di Padova
STEFANO MAZZOLENI, Università di Napoli
GIULIANO MENGUZZATO, Università degli Studi Mediterranea (Reggio Calabria)
SUSANNA NOCENTINI, Università di Firenze
DAVIDE PETTENELLA, Università di Padova
ALESSANDRO RAGAZZI, Università di Firenze
MASSIMO RAMUNNI, Assocarta
DONATO ROMANO, Università di Firenze
FABIO SALBITANO, Università di Firenze
GIOVANNI SANESI, Consiglio Universitario Nazionale
GIUSEPPE SCARASCIA-MUGNOZZA, Consiglio Nazionale delle Ricerche
FABIO TAFFETANI, Università Politecnica delle Marche (Ancona)
LUCA UZIELLI, Università di Firenze
RICCARDO VALENTINI, Università della Tuscia (Viterbo)
GIOVANNI VIGNOZZI, Regione Toscana
FRANCO VIOLA, Università di Padova

HANNO DATO LA LORO ADESIONE

Accademia dei Fisiocritici
Accademia dei Georgofili
Accademia dei XL
Accademia Gioenia di Catania
Accademia Nazionale di Agricoltura
Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i servizi Tecnici
Associazione Forestale Italiana
Associazione Idrotecnica Italiana
Associazione Nazionale delle Aziende Regionali delle Foreste
Associazione Suolo e Salute
Commissione Europea agricoltura e sviluppo rurale
Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome
Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le Regioni e le Province autonome di Trento e Bolzano
Consiglio Ordine Nazionale Dottori Agronomi e Forestali
Consulta Nazionale per le Foreste, il Legno e la Carta
Ente per le Nuove Tecnologie, l'Energia e l'Ambiente
Federazione Italiana Dottori Agronomi e Forestali
Federazione Italiana Parchi e Riserve Naturali
Federforeste
Fondazione San Giovanni Gualberto
Fondo per l'Ambiente Italiano
FAO (Food and Agriculture Organization)
Italia Nostra
Osservatorio Foreste e Ambiente
Parco dei Nebrodi
Parco dell'Etna
Parco Fluviale dell'Alcantara
Società Agraria di Lombardia
Società Italiana di Selvicoltura ed Ecologia Forestale
Unione Nazionale Istituti di ricerche Forestali
Touring Club Italiano
WWF (World Wildlife Fund)

INDICE DELL'OPERA

Volume I

PREFAZIONE: ORAZIO CIANCIO - <i>I tre Congressi di selvicoltura: risultati e aspettative</i>	Pag.	XV
--	------	----

SEDUTA INAUGURALE

MAURO PASSALACQUA - Sindaco di Taormina	»	XIX
GIUSEPPE CASSETTA - Abate Generale dei Monaci Benedettini Vallombrosani e Presidente della Fondazione S. Giovanni Gualberto	»	XIX
LUIGI MORUCCI - Presidente dell'Associazione Forestale Italiana	»	XIX
GIUSEPPE CASTELLANA - Commissario del Parco fluviale dell'Alcantara	»	XXI
FRANCESCA DE LUCA - Azienda Foreste Demaniali Regione Siciliana	»	XXII
CARMELO MOTTA - Segretario Generale Comitato Permanente per il Partenariato Euromediterraneo dei Poteri Locali e Regionali (COPPEM)	»	XXIII
ROSARIO MESSINA - Presidente Federlegno	»	XXIV
ANDREA CAMIA - Rappresentante della Commissione Europa, del Centro Comune di Ricerca di Ispra	»	XXV
WULF KILLMANN - Direttore Divisione FAO Prodotti e Industrie forestali	»	XXVII
FIRENZO MANCINI - Presidente Accademia Italiana di Scienze Forestali	»	XXVIII
MICHELE SALVATORE LONZI - Comandante del Corpo Forestale della Regione Siciliana	»	XXIX
CESARE PATRONE - Capo del Corpo Forestale dello Stato	»	XXX
ANGELO ALESSANDRI - Presidente della Commissione Ambiente della Camera dei Deputati	»	XXXI
SALVATORE BARBAGALLO - Presidente della Conferenza Permanente delle Facoltà di Agraria Italiane	»	XXXII
GIAMBATTISTA BUFARDECI - Vice Presidente della Regione Siciliana	»	XXXIII
ORAZIO CIANCIO - Vice Presidente Accademia Italiana di Scienze Forestali	»	XXXIV

RELAZIONE INTRODUTTIVA

ORAZIO CIANCIO - <i>Quale selvicoltura nel XXI secolo?</i>	»	3
--	---	---

RELAZIONI

SESSIONE 1

SELVICOLTURA: BIODIVERSITÀ, RISORSE GENETICHE, AREE PROTETTE, FAUNA

BLASI C. - Intervento del Chairman - <i>La centralità della biodiversità nella selvicoltura moderna</i>	»	45
NOCENTINI S. - <i>Selvicoltura e conservazione della biodiversità. Prospettive scientifiche e applicative in un orizzonte multi-scala</i>	»	50
GIANNINI R. - <i>Selvicoltura e variabilità genetica: funzionalità e conservazione degli ecosistemi forestali</i> ..	»	55
DEL FAVERO R. - <i>Biodiversità nei tipi forestali: un ausilio alla gestione forestale</i>	»	60
MENOZZI P. - <i>Prospettive per gli studi sulla variabilità genetica in specie forestali</i>	»	67
BIONDI E., CASAVECCHIA S., PESARESI S. - <i>Direttiva Habitat e conservazione della biodiversità forestale</i> ..	»	71
MASUTTI L. - <i>Produzione degli ecosistemi di foresta temperata, assetto delle zoocenosi e selvicoltura</i>	»	79
PALMIERI N. - <i>Il pino d'Aleppo e la rinnovazione naturale dopo il passaggio del fuoco: la vita dopo la catastrofe</i>	»	83
ANDREATTA G. - <i>Considerazioni selvicolturali sui processi di rinnovazione dei popolamenti forestali</i>	»	85
AVOLIO S., BERNARDINI V., CLERICI E., TOMAIUOLO M. - <i>Funzionalità, vulnerabilità e potenzialità dei rimboschimenti di pino laricio realizzati in Italia meridionale nel secondo dopoguerra</i>	»	90
BARRECA L., COLETTA V., GENTILE F., MARZILIANO P.A., SCUDERI A. - <i>Struttura delle pinete di laricio dell'Etna: il caso della pineta Ragabo</i>	»	95
BASSI S. - <i>Rete Natura 2000 in Emilia-Romagna: la carta degli habitat. Gli habitat forestali di interesse comunitario</i>	»	101

BRESCIANI A., BORCHI S., CHIOCCIOLI P., FANTONI I., NICOLOSO S. - <i>Il piano di gestione del complesso regionale Foreste Casentinesi (AR): la selvicoltura quale strumento di realizzazione delle finalità del Parco nazionale</i>	Pag.	109
CAMPANARO A., MASON F., HARDERSEN S. - <i>Il piano di gestione del sito Natura 2000 "Bosco della Fontana"</i>	»	116
CAPITONI B., GIORDANO E., MAFFEI L., RECANATESI F., SCARASCIA-MUGNOZZA G.T., TINELLI A., TROIANI L. - <i>Problemi di rinnovazione delle pinete di carattere estetico e paesaggistico nella Tenuta di Castelporziano</i>	»	124
CASANOVA P., MEMOLI A. - <i>Fauna e macchia mediterranea: aspetti ecologici e gestionali</i>	»	131
CECCHERINI M.T., CAUCCI S., ASCHER J., NANNIPIERI P., PIETRAMELLARA G., TRAVAGLINI D., CIANCIO O. - <i>Comunità microbiche su legno morto di Abies alba Mill. nella foresta di Vallombrosa</i>	»	138
CHIRICI G., MARCHETTI M., CORONA P. - <i>Armonizzazione degli inventari forestali per il monitoraggio della biodiversità</i>	»	144
CIANCIA A. - <i>Una precisazione sulla quercia italiana (farnetto) in Aspromonte</i>	»	151
CIANCIO O., TRAVAGLINI D., BIANCHI L., MARIOTTI B. - <i>La gestione delle pinete litoranee di pino domestico: il caso dei «Tomboli di Cecina»</i>	»	156
COLPI C., VARASCHIN M., ZENATELLO M., LUISE R. - <i>Selvicoltura ed avifauna sensibile. Il caso del picchio nero (Dryocopus martius) nel Parco Nazionale delle Dolomiti Bellunesi</i>	»	163
CRISTAUDO A., BEVILACQUA G., MAUGERI G. - <i>Studio della vegetazione in popolamenti boschivi artificiali della Sicilia</i>	»	169
DEMICHELI A., TINELLI A., CECCA D., MAFFEI L. - <i>L'evoluzione storica e gestionale della Tenuta di Castelporziano, da Tenuta reale di caccia ad area naturale protetta</i>	»	177
FABBIO G., BERTINI G. - <i>Monitoraggio, gestione, selvicoltura</i>	»	182
GENNAI A., GRIGIONI J. - <i>Strategie di analisi e gestione del rapporto fauna-foresta nel Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi</i>	»	191
GROHMANN F., FRATTEGANI M., IORIO G., SAVINI P. - <i>Boschi cedui in Umbria. Un approccio alla "biodiversità"</i>	»	195
LA MANTIA T. - <i>La biodiversità delle formazioni naturali e seminaturali in Sicilia: cambiamenti e ipotesi di gestione</i>	»	199
LA MELA VECA D.S. - <i>Ecologia e selvicoltura dei boschi artificiali di conifere dei Monti Sicani (Sicilia)</i> ..	»	205
MUNARI G., DISSEGNA M., CARRARO G., MASUTTI L., BATTISTI A. - <i>La gestione forestale negli habitat Natura 2000 del Veneto</i>	»	213
NOCENTINI S., PULETTI N. - <i>La rinaturalizzazione dei rimboschimenti. Prova sperimentale su un popolamento di pino nero e laricio</i>	»	217
PACI M., BIANCHI L. - <i>Fauna ungulata e dinamiche evolutive di soprassuoli forestali in Toscana</i>	»	228
PAVONE P., SPAMPINATO G., COSTA R., MINISSALE P., RONSISSVALLE F., SCIANDRELLO S., TOMASELLI V. - <i>La vegetazione forestale dei Monti Iblei (Sicilia sud-orientale): i querceti</i>	»	234
PETRICCIONE B., CINDOLO C., COCCIUFA C., FERLAZZO S., PARISI G. - <i>Un indicatore dello stato della biodiversità delle foreste europee</i>	»	240
PICONE R.M., CRISAFULLI A., ZACCONE S. - <i>Habitat forestali di particolare valore naturalistico (dir. 92/43/CEE) dei Monti Peloritani (Sicilia)</i>	»	243
PUXEDDU M., CITTERIO G. - <i>Conservazione dei consorzi di ontano nero dei Monti del Gennargentu (Sardegna)</i>	»	249
RAIMONDO F.M., SCHICCHI R., DOMINA G. - <i>Piante indigene e loro impiego nel recupero della biodiversità dei sistemi forestali siciliani</i>	»	254
RECANATESI F., TINELLI A., RESTAINO V., MUSICANTI A., GIORDANO E. - <i>Analisi dell'impatto della fauna selvatica sulla rinnovazione naturale in un bosco di querce caducifoglie e sempreverdi in ambiente mediterraneo</i>	»	259
SAPORITO L., DE CARLO A., EMILIANI G., PAFFETTI D., VETTORI C., GIANNINI R. - <i>Biodiversità e conservazione di specie forestali endemiche e relitte in Sicilia</i>	»	265
SCHIRONE B., BELLAROSA R., PIOVESAN G., SIMEONE M.C. - <i>La Banca Centrale del DNA forestale</i>	»	271
SITZIA T., VIOLA F. - <i>Selvicoltura nei tipi neoforestali del Trentino</i>	»	277
TAFFETANI F. - <i>Boschi residui in Italia tra paesaggio rurale e conservazione</i>	»	283
TELLINI FLORENZANO G., LONDI G., MINI L., TIBERI R., CAMPEDELLI T. - <i>Frammentazione delle foreste mediterranee e biodiversità: due casi di studio in Italia centrale</i>	»	295
TOGNETTI R., RAVERA S., LASSERRE B., CHIAVETTA U., MAESANO M., LOMBARDI F., MARCHETTI M. - <i>Caratterizzazione strutturale e sink di carbonio in alcuni boschi vetusti e popolamenti persistenti d'Italia</i>	»	300
URICCHIO G., ZANONI G., PANELLA M. - <i>Importanza delle riserve naturali gestite dal Corpo forestale dello Stato per la conservazione della biodiversità nazionale</i>	»	306

VAGNILUCA S., QUILGHINI G. - <i>Criteri gestionali per la conservazione delle componenti rilevanti nella riserva naturale biogenetica "Isola di Montecristo"</i>	Pag.	311
VENTURELLA G., SAITTA A., GARGANO M.L. - <i>Gli effetti dei trattamenti selvicolturali sulla dinamica delle cenosi fungine</i>	»	316

SESSIONE 2
SELVICOLTURA: INCENDI, PASCOLO

BOVIO G. - <i>Incendi boschivi: attualità e prospettive</i>	»	323
MARCHI E. - <i>Approccio integrato alla difesa dagli incendi</i>	»	327
LEONE V., LOVREGGIO R. - <i>Gli incendi nello spazio rurale: un disastro annunciato</i>	»	335
CAMIA A. - <i>Storia, sviluppi recenti e applicazioni della previsione del pericolo di incendio boschivo in Italia</i> ...	»	339
CORRADO G. - <i>Le azioni politiche per la difesa del bosco dagli incendi</i>	»	345
MILAZZO A. - <i>Lo spegnimento degli incendi boschivi: la formazione dei D.O.S. (Direttori delle Operazioni di Spegnimento) degli incendi boschivi</i>	»	355
ARGENTI G., STAGLIANÒ N. - <i>Interazioni tra risorse pastorali e forestali nella gestione del territorio</i>	»	359
RONCHI B. - <i>Rilevanza e prospettive dei sistemi zootecnici silvopastorali</i>	»	366
MAZZOLENI S., MIGLIOZZI A., RICOTTA C., BAIJOCO S., DI PASQUALE G., SARACINO A. - <i>Boschi di neoformazione e nuovi scenari di propagazione d'incendio</i>	»	372
ASCOLI D., BOVIO G. - <i>Il fuoco prescritto in Italia e l'esperienza in Piemonte</i>	»	378
BARATTA P., CUTRONE A. - <i>Un'ipotesi di rilievo delle aree forestali percorse dal fuoco</i>	»	385
MIOZZO M., OTTAVIANI C. - <i>Formazione e informazione nella gestione e nella tutela forestale</i>	»	389
PETRUCCI B., BRIVIO P.A., ZAFFARONI P., STROPPIANA D., BOSCHETTI M. - <i>Mappatura delle aree percorse dal fuoco nei parchi nazionali mediante l'utilizzo di immagini satellitari</i>	»	394
SALVATORE R., LOVREGGIO R., MOYA D., PULIDO L., DE LAS HERAS J., LEONE V. - <i>Come influiscono le alte temperature sviluppate in un incendio sui conifere e sui semi di Pinus halepensis Mill.?</i>	»	400
SICLARI A., PAVONE G., MANTI F. - <i>Aspetti metodologici per la redazione dei piani AIB delle aree naturali protette: un'applicazione al Parco nazionale dell'Aspromonte</i>	»	406
VADALÀ G. - <i>I metodi investigativi per la ricerca della causa di incendio boschivo</i>	»	413
VIGNOZZI G., MECCI A. - <i>Principi guida nella lotta agli incendi boschivi in Toscana</i>	»	418

SESSIONE 3
SELVICOLTURA: CONSERVAZIONE DEL SUOLO, RISORSE IDRICHE,
LOTTA ALLA DESERTIFICAZIONE

MANCINI F. - <i>Intervento del Chairman</i>	»	423
IOVINO F. - <i>Ruolo della selvicoltura nella conservazione del suolo</i>	»	425
MARCHETTI M. - <i>Selvicoltura e risorse idriche, ovvero boschi e buona acqua. Nuova funzione o nuova consapevolezza?</i>	»	437
BORGHETTI M., MAGNANI F. - <i>Controllo dell'uso dell'acqua negli ecosistemi forestali</i>	»	442
CORONA P. - <i>Rischio di desertificazione e selvicoltura</i>	»	447
PAGLIAI M. - <i>Qualità del suolo per una selvicoltura sostenibile</i>	»	454
BERRETTI R., DE FERRARI F., DOTTA A., HAUDEMANT J.C., MELONI F., MOTTA R., TERZUOLO P.G. - <i>Le foreste di protezione diretta: definizione, cartografia ed analisi della attitudine dei popolamenti forestali a svolgere la funzione protettiva</i>	»	460
CACCIABUE G., DEBRANDO V. - <i>Gli interventi di sistemazione idraulico-forestale nella prevenzione dei rischi naturali. Le linee di azione della Regione Piemonte</i>	»	466
CALAMINI G. - <i>Il ruolo della selvicoltura nella gestione della vegetazione ripariale</i>	»	470
D'IPPOLITO A., VELTRI M. - <i>Influenza della vegetazione sulle portate al colmo in un tratto di un piccolo bacino</i>	»	475
DI MATTEO G., DE ANGELIS P., SCARASCIA-MUGNOZZA G. - <i>Risposte ecofisiologiche dopo interventi di conversione ad alto fusto</i>	»	482
FAINI A., GIANNINI R. - <i>Progetto di ricerca: relazione tra gestione selvicolturale dei boschi e stabilità dei versanti</i>	»	488
FERRARA A., MANCINO G., NOLÈ A., URBANO V. - <i>Analisi e valutazione degli elementi di vulnerabilità ambientale delle formazioni forestali della Basilicata mediante l'uso di sistemi a indicatori chiave (Key Indicator Based Systems)</i>	»	494

GARFÌ V., IOVINO F., PELLICONE G. - <i>Influenza della densità del popolamento sulle variazioni di umidità del suolo in rimboschimenti di pino d'Aleppo</i>	Pag.	503
VELTRI A., FERRARI E. - <i>Influenza del bosco nella mitigazione delle piene</i>	»	511
VELTRI M. - <i>Acqua e suolo: un paradigma per azioni integrate</i>	»	517

SESSIONE 4

SELVICOLTURA: CAMBIAMENTI CLIMATICI, PROTOCOLLO DI KYOTO

GIORDANO E., SCARASCIA-MUGNOZZA G. - <i>Formazioni forestali potenzialmente vulnerabili ai cambiamenti climatici e strategie di adattamento</i>	»	523
LUMICISI A., VALENTINI R. - <i>Foreste, selvicoltura e assorbimento di carbonio</i>	»	529
MAGNANI F., MATTEUCCI G. - <i>Selvicoltura e cambiamenti climatici</i>	»	532
POMPEI E., SCARASCIA-MUGNOZZA G. - <i>L'inventario nazionale delle foreste e dei serbatoi forestali di carbonio e le variazioni di superficie forestale nel tempo</i>	»	536
D'APRILE F., TAPPER N., BAKER P., BARTOLOZZI L. - <i>Risposte di accrescimento radiale dell'abete bianco (Abies alba Mill.) in Toscana ed influenza del clima: prime emergenze</i>	»	541
LAUTERI M., CHIOCCHINI F., MANIERI M., BRUGNOLI E. - <i>Cambiamenti globali ed applicazioni degli isotopi stabili nello studio dell'uso idrico in biocenosi mediterranee</i>	»	547
MATTEUCCI G. - <i>Il bilancio del carbonio in ecosistemi forestali mediterranei</i>	»	551
MOTTA R., PIUSSI P. - <i>Ricerche ecologiche di lungo periodo (LTER) nella riserva forestale della Valbona (Panneveggio, TN)</i>	»	558
PETRELLA F., TERZUOLO P., PIAZZI M., BONI I., CAMORIANO L., PETERLIN G. - <i>Foreste e suoli del Piemonte nella mitigazione dell'effetto serra</i>	»	563
PETRICCIONE B., CINDOLO C., COCCIUFA C., FERLAZZO S., PARISI G. - <i>Gli effetti dei cambiamenti climatici sugli ecosistemi forestali</i>	»	570
SAPORITO L., CANDORE M. - <i>Gestione forestale, energia da biomasse e contenimento delle emissioni di CO₂ in ambiente mediterraneo. Le azioni del Dipartimento Azienda Regionale Foreste Demaniali Regione Sicilia</i>	»	575

Volume II

SESSIONE 5

SELVICOLTURA: PROTEZIONE DELLE FORESTE

SURICO G. - <i>Intervento del Chairman</i>	»	583
MASUTTI L., BATTISTI A. - <i>Problematiche entomologiche e strategie di difesa nelle formazioni boschive italiane: lo stato dell'arte</i>	»	585
ANSELMINI N., CELLERINO G.P., RAGAZZI A. - <i>Problematiche fitopatologiche e strategie di difesa nelle formazioni boschive italiane</i>	»	590
FRANCESCHINI A., LONGO S., MORICCA S. - <i>Avversità biotiche e mutamenti climatici in ambienti forestali</i>	»	605
NICOLOTTI G., FACCOLI M., CAPRETTI P. - <i>Specie invasive, rischi di introduzione e gestione delle emergenze</i>	»	611
LUCIANO P., ROVERSI P.F., VANNINI A. - <i>Il monitoraggio fitosanitario forestale e la formazione del personale operativo</i>	»	620
LUISI N., TIBERI R., TRIGGIANI O. - <i>La gestione delle problematiche fitosanitarie nel contesto dei sistemi colturali</i>	»	626
BONELLO P. - <i>Meccanismi di resistenza delle piante arboree a patogeni e insetti: quali lezioni per la selvicoltura moderna?</i>	»	632
CALECA V., RIZZO M.C., LO VERDE G., RIZZO R., BUCCELLATO V., LUCIANO P., CAO O., PALMERI V., GRANDE S.B., CAMPOLO O. - <i>Diffusione di Closterocerus chamaeleon (Girault) introdotto in Sicilia, Sardegna e Calabria per il controllo biologico di Ophelimus maskelli (Ashmead) (Hymenoptera, Eulophidae), galigeno esotico sugli eucalipti</i>	»	638
CERRETTI P., CAMPANARO A., MASON F., NARDI G. - <i>Parassitoidi di insetti di ecosistemi forestali: il caso dei ditteri tachinidi (Diptera: Tachinidae)</i>	»	643
FRIGIMELICA G. - <i>Incidenza di Diplodia pinea nelle pinete del Friuli Venezia Giulia</i>	»	654
MONTECCHIO L., MOTTA E., MUTTO ACCORDI S. - <i>Le ectomicorrize come indicatori di salute delle piante forestali</i>	»	657
MOTTA E., MONTECCHIO L., MUTTO ACCORDI S. - <i>Le malattie in vivaio e le strategie di difesa integrata</i>	»	663

PAOLETTI E., BUSSOTTI F. - <i>Adattamento delle foreste all'impatto di inquinamento e cambiamento climatico: dalle strategie globali ai risultati nazionali</i>	Pag.	668
SALVADORI C., STERGULC F. - <i>Indirizzi selvicolturali per il contenimento dei danni da bostrico nelle foreste delle Alpi orientali</i>	»	674
SIDOTI A., DE LUCA F. - <i>Lotta alla processionaria dei pini in aree a fruizione turistica</i>	»	680
TAGLIAFERRI A., BALLARIN DENTI A., BERIZZI D., COLOMBO R., BUFFONI A., GEROSA G., BUSSOTTI F., BELIS C., FERRETTI M. - <i>Influenza dell'ozono sulla gestione sostenibile del sistema agro-forestale della Lombardia</i>	»	684
TORTA L., BURRUANO S., SIDOTI A., GRANATA G. - <i>Latifoglie in Sicilia: un laboratorio di casi fitopatologici</i> ...	»	691
TURCHETTI T., RADDI P., SANTINI A., DANTI R. - <i>Lotta biologica e miglioramento genetico quali strategie di intervento nelle formazioni boschive</i>	»	697
VACANTE V., BONSIGNORE C., MANTI F. - <i>Il monitoraggio della processionaria del pino e la gestione fitosanitaria dei comprensori forestali del Parco Nazionale d'Aspromonte</i>	»	703

SESSIONE 6

SELVICOLTURA: PRODUZIONI FORESTALI, CERTIFICAZIONE, FILIERA LEGNO

BERTI S., BRUN F., CORONA P., PETTENELLA D. - <i>Produzioni forestali: considerazioni generali in una prospettiva di sostenibilità e di organizzazione del mercato</i>	»	711
BALDINI S., CAVALLI R., PIEGAI F., SPINELLI R., DI FULVIO F., FABIANO F., GRIGOLATO S., LAUDATI G., MAGAGNOTTI N., NATI C., PICCHIO R. - <i>Prospettive di evoluzione nel settore delle utilizzazioni forestali e dell'approvvigionamento del legname</i>	»	717
BISOFFI S., MINOTTA G., PARIS P. - <i>Indirizzi colturali e valorizzazione delle produzioni legnose fuori foresta</i> .	»	729
BRUNETTI M., FIORAVANTI M., UZIELLI L., ZANUTTINI R. - <i>Attualità e prospettive dei moderni impieghi dei prodotti legnosi della selvicoltura italiana</i>	»	737
DETTORI S., MARONE E., PORTOGHESI L. - <i>Filiera delle produzioni forestali non legnose: produzione e raccolta tra sostenibilità e tracciabilità</i>	»	742
GALLOZZI M.R. - <i>La certificazione forestale come strumento per una gestione sostenibile</i>	»	752
GAZZA F. - <i>Innovazione, ambiente e gestione forestale: una crescita sostenibile per l'industria cartaria italiana</i>	»	756
IOVINO F., MAETZKE F.G., MASÈ R., MENGUZZATO G. - <i>Selvicoltura alpina e selvicoltura appenninica: elementi di contatto e di differenziazione</i>	»	758
AMORINI E., FABBIO G. - <i>I boschi di origine cedua nella selvicoltura italiana: sperimentazione, ricerca, prassi operativa</i>	»	766
BEHMANN DELL'ELMO G., BERTAGNOLLI A., BOVOLENTA L., CATTOI S., DE GIOIA T., TABAKOVIC V. - <i>La certificazione FSC-PEFC della "Magnifica Comunità di Fiemme"</i>	»	773
BIANCHI M., DI COSMO L., GAGLIANO C., GASPARINI P. - <i>Contributo dell'inventario forestale nazionale alla conoscenza degli aspetti selvicolturali dei boschi italiani</i>	»	777
BROLL M. - <i>Selvicoltura, mugo e mugolio: la gestione sostenibile delle mughete in Val Sarentino come base per lo sviluppo integrato del territorio</i>	»	785
BRUNORI A. - <i>La certificazione forestale PEFC come strumento di comunicazione</i>	»	791
CAPPELLI V., MALTONI A., MARIOTTI B., MONTAGHI A., NOCENTINI S., TANI A., TRAVAGLINI D. - <i>Individuazione delle aree vocate all'arboricoltura con specie a legname pregiato in provincia di Firenze</i>	»	796
CARAMALLI P., CARAMALLI C. - <i>Produzione di marroni a Casola Valsenio (RA) nel ventennio 1988-2007</i>	»	804
GIOVANNINI G. - <i>Selezione e differenziazione dei polloni in un ceduo a prevalenza di cerro in provincia di Firenze</i>	»	812
GUALDI V., TARTARINO P., GRECO R. - <i>La conservazione e il miglioramento delle comunità forestali del Mezzogiorno peninsulare d'Italia interessate da processi dinamici spontanei</i>	»	819
MAETZKE F., BARBERA G., CULLOTTA S., LA MANTIA T., LA MELA VECA D.S., PIZZURRO G.M. - <i>La selvicoltura in Sicilia: problemi e prospettive</i>	»	828
MAGNANI F., RADDI S. - <i>Regolarità generali nella crescita dei soprassuoli forestali. Il ruolo dei nutrienti e del clima esplorati attraverso un semplice modello bio-geochimico</i>	»	837
MANETTI M.C., AMORINI E., BECAGLI C. - <i>Il ruolo del castagno nella selvicoltura italiana: prospettive colturali e valenza socio-economica della castanicoltura da legno</i>	»	842
MARIOTTI B., MARESI G., MALTONI A. - <i>Tradizione, innovazione e sostenibilità: una selvicoltura per il castagno da frutto</i>	»	851
MENDICINO V., NICOLACI A. - <i>Valutazione della biomassa legnosa ritraibile per usi energetici in cedui di eucalitti della costa ionica della Calabria</i>	»	858

MINOTTA G., FACCIOTTO G., BERGANTE S. - <i>Indagine sui fattori che influenzano la produttività iniziale di cedui a corta rotazione di pioppo e salice nell'Italia settentrionale</i>	Pag.	864
MIOZZO M., BORCHI S. - <i>La Foresta della Verna in Casentino (AR): influenza della gestione selvicolturale degli ultimi secoli sulla struttura della Foresta</i>	»	869
NERI F., PIEGAI F. - <i>Produttività e costi in cantieri di utilizzazione integrale della biomassa nella Regione Toscana</i>	»	877
NOSSENZO A., BOETTO G., MELONI F. - <i>La classificazione degli assortimenti ritraibili come strumento di analisi della produttività di impianti per l'arboricoltura da legno</i>	»	882
PELLERI F., PIVIDORI M., GIULIETTI V. - <i>Cure colturali in acero-frassineti secondari in Italia settentrionale</i> ...	»	887
ROMAGNOLI M., SPINA S., AGRUMI M., DI TOMMASO S., ORTENS E., LODI P., LUDOVISI R. - <i>Valorizzazione del legno di castagno nel Lazio: provenienze a confronto</i>	»	894
ROMANO S., COZZI M., LUONGO V., PESCE F. - <i>La valutazione dei costi di trasporto delle biomasse agroforestali: funzioni e mappatura dei costi su base geografica</i>	»	902
SCHICCHI R., MARINO P., RAIMONDO F.M. - <i>Esperienze finalizzate alla gestione conservativa dei boschi di faggio in Sicilia</i>	»	909
SCRINZI G., CLEMENTEL F., COLLE G., FLORIS A., GALVAGNI D., GECELE S., MARZULLO L. - <i>Soluzioni statisticomatematiche, informatiche e tecnologie per la nuova pianificazione forestale aziendale trentina</i>	»	915
VERANI S., PICCHIO R., SPERANDIO G. - <i>Una microfiera legno-energia di autoconsumo in Italia centrale</i>	»	921
WOLYNSKI A., ZANIN M., SCRINZI G. - <i>Revisione della pianificazione forestale in Trentino a cinquant'anni dall'adozione della selvicoltura naturalistica</i>	»	928

SESSIONE 7

SELVICOLTURA: PAESAGGIO, FUNZIONI CULTURALI E SOCIALI DELLA FORESTA

BARBERA G. - <i>Intervento del Chairman</i>	»	935
SANESI G. - <i>Orizzonti e specificità della selvicoltura urbana a livello italiano e mediterraneo</i>	»	937
AGNOLETTI M. - <i>Le linee guida per l'introduzione degli aspetti culturali e paesaggistici nelle politiche promosse dalla Conferenza Ministeriale per la Protezione delle Foreste in Europa (MCPFE)</i>	»	943
SEMENZATO P., AGRIMI M. - <i>La selvicoltura urbana: non solo la cura degli alberi</i>	»	948
BARBATI A., CHIRICI G. - <i>Analisi della struttura spaziale e pianificazione del paesaggio agro-forestale: prospettive d'integrazione</i>	»	954
BARBERA G., CULLOTTA S. - <i>Classificare i paesaggi culturali tradizionali: criteri metodologici e applicazione</i> ..	»	960
BRACCO S., MILAZZO A. - <i>Una rete regionale di Bike Parks per la valorizzazione ecoturistica delle aree forestali della Sicilia</i>	»	968
BROLL M. - <i>Selvicoltura e P.A.C.E. Selvicoltura, partecipazione e condivisione di emozioni</i>	»	973
CALVO E., OSSOLA F. - <i>Forestali delle città, cittadini delle foreste: prospettive culturali e funzionali per i boschi tra campagna e città</i>	»	977
CANTIANI P., DI MARTINO P., DE MEO I., FERRETTI F., MARCHETTI M., PAVONE N., PIGNATTI G. - <i>Sistemi di supporto alla pianificazione forestale in Molise</i>	»	980
CAROVIGNO R. - <i>Il nuovo paesaggio forestale della Pianura lombarda in vista dell'EXPO 2015</i>	»	985
CHIRICI G., DI MARTINO P., GARFÌ V., OTTAVIANO M., TONTI D., GIONGO ALVES M., SANTOPUOLI G., MARCHETTI M. - <i>Tecniche avanzate di cartografia degli ambienti forestali su base tipologica in Italia centrale</i>	»	989
MAIROTA P., PIUSSI P. - <i>Ecosistemi forestali nel paesaggio. Riflessioni sull'importanza del "contesto", tra ecologia, determinanti di cambiamento, politica e strumenti normativi</i>	»	995
MARZILIANO P.A., LAFORTEZZA R., COLANGELO G., VILLA G., COLOMBO T., SELLERI B., TUCCI R., SANESI G. - <i>La gestione del paesaggio forestale urbano: l'esperienza del Parco Nord di Milano a 25 anni dai primi impianti</i>	»	1001

SESSIONE 8

SELVICOLTURA: POLITICHE FORESTALI E AMBIENTALI

PETTENELLA D., ROMANO D. - <i>Nuovi indirizzi per la governance delle politiche forestali</i>	»	1011
COLLETTI L. - <i>Politica forestale, impegni internazionali e attuazione nazionale</i>	»	1021
CESARO L. - <i>Il settore forestale nelle politiche di sviluppo rurale: il programma quadro nazionale</i>	»	1025
BRUN F. - <i>Le politiche di sviluppo delle filiere di produzione del legname</i>	»	1029

CICCARESE L. - <i>Foreste e politiche di mitigazione dei cambiamenti climatici: quali opportunità di mercato per i proprietari forestali?</i>	Pag.	1034
ABRAMI A., HOFMANN A.A. - <i>Selvicoltura e ordinamento giuridico forestale</i>	»	1040
AMORE S. - <i>L'ambiente alla ricerca del buon legislatore: cenni sulla tutela penale dell'ambiente e sulle sue insufficienze</i>	»	1045
ANDRICH O. - <i>Sulla strategia forestale come strumento delle politiche forestali e ambientali</i>	»	1048
BORCHI S. - <i>La selvicoltura nei patrimoni pubblici fra investimenti e abbandono: il caso della Toscana. Analisi, valutazione e proposte</i>	»	1052
BOTTALICO F., BRUNDU P., MOROSI C. - <i>La selvicoltura nella pianificazione forestale regionale</i>	»	1059
CAMPANILE D. - <i>La politica forestale della Regione Puglia riferita al Programma di Sviluppo Rurale 2007-2013</i>	»	1065
CARBONE F. - <i>Le politiche di incentivazione nel settore forestale. Limiti e potenzialità emergenti dal caso studio della Regione Lazio</i>	»	1068
CHELAZZI C., BRACCHETTI MONTORSELLI N. - <i>Leggi regionali e viabilità forestale</i>	»	1073
D'ORLANDO M.C., GOTTARDO E., STEFANELLI S., VANONE G. - <i>Politiche della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia per il settore forestale</i>	»	1079
DEBRANDO V., MOTTA FRE V., BRENTA P. - <i>La formazione professionale forestale in Piemonte</i>	»	1084
FRATINI R., RICCIOLI F. - <i>Le politiche regionali nel sostegno della selvicoltura. Un caso applicativo in Toscana</i>	»	1089
GATTO P., SECCO L. - <i>Nuove linee di intervento per la remunerazione dei servizi delle foreste</i>	»	1095
GRASSI G. - <i>Selvicoltura, politica forestale e ambientale della Regione Campania</i>	»	1104
GROHMANN F., FRATTEGANI M., IORIO G., SAVINI P. - <i>La selvicoltura nel Piano Forestale Regionale dell'Umbria</i>	»	1108
LEONETTI R., OLIVA G. - <i>Il Piano Forestale della regione Calabria</i>	»	1114
MARONE E., NOCENTINI S., CIANCIO O. - <i>Definizione di sistemi compensativi e di indennizzo per le attività forestali nei parchi nazionali</i>	»	1118
NASTASIO P. - <i>Da "Demanio Forestale Regionale" a "Foreste di Lombardia": evoluzione semantica, filosofica e funzionale per le proprietà silvo-pastorali lombarde</i>	»	1127
PARIS P., PISANELLI A., PERALI A., SCARASCIA-MUGNOZZA G. - <i>Recenti avanzamenti scientifici dell'agroselvicoltura e contraddizioni della P.A.C. verso i sistemi agroforestali</i>	»	1131
PERULLI D., VIGNOZZI G. - <i>Procedure e supporti per la selvicoltura sostenibile nella legislazione forestale toscana</i>	»	1137
ROMANO R., CILLI S. - <i>Impatto delle misure forestali nello sviluppo rurale 2007/2013</i>	»	1141

RELATORI STRANIERI

BIROT Y. - <i>Mediterranean forests: challenges and opportunities for a knowledge-based management</i>	»	1151
CASTRO REGO F. - <i>Fire in the balance: lessons from the past and the philosophy of the European project FIRE PARADOX</i>	»	1157
AMRI M., MEZGHANI S. - <i>La lutte contre la désertification en Tunisie. Cas particulier de la délégation de Menzel Habib Gouvernorat de Gabes</i>	»	1158
HALWANI J. - <i>Vers une politique environnementale contre la déforestation au Liban</i>	»	1161

SEDUTA FINALE

INTERVENTI DI CHIUSURA

GIORGIO CORRADO - Dirigente Superiore del Corpo Forestale dello Stato	»	1169
MICHELE LONZI - Comandante del Corpo Forestale della Regione Siciliana	»	1170
GIOVANNI LA VIA - Assessore Regionale all'Agricoltura e Foreste della Regione Siciliana	»	1170
MARCO DE GIORGI - Segretario Generale del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ..	»	1172
GIUSEPPE CARDELLINI - Presidente AUSF-Italia, Associazione Universitaria Studenti Forestali	»	1175
SINTESI SESSIONI	»	1177
MOZIONE FINALE	»	1187

Volume III

SESSIONE POSTER

SESSIONE 1

SELVICOLTURA: BIODIVERSITÀ, RISORSE GENETICHE, AREE PROTETTE, FAUNA

BIANCHI L., CIANCIO O., CORONA P., FAINI A., FERRARI B., FRESCHI A.L., NOCENTINI S., PULETTI N. - <i>Il progetto MOGFUS: nuove metodologie operative per la gestione sostenibile delle fustaie a prevalenza di pino nero e delle fustaie e dei cedui "invecchiati" di cerro della Toscana</i>	Pag.	1197
CAMERANO P., GRIECO C., CAMORIANO L., MALACARNE E., BELLETTI P., FERRAZZINI D. - <i>La conservazione della biodiversità di specie forestali in Piemonte</i>	»	1201
CERVASIO F., PONZETTA M.P., ARGENTI G., CROCETTI C., SACCONI F. - <i>Mantenimento delle aree aperte e conservazione della biodiversità in un'area protetta dell'Appennino Tosco-Emiliano</i>	»	1207
DE BATTISTI R., COLPI C. - <i>Danni da ungulati alla rinnovazione naturale delle foreste. Un confronto tra alcune esperienze di indagine</i>	»	1212
FAIDIGA A. - <i>La millenaria Foresta di Tarvisio</i>	»	1215
GARFÌ G., ABBATE L., BALDONI L., BUONAMICI A., CARIMI F., CARRA A., SIRAGUSA M., VENDRAMIN B. - <i>Caratterizzazione dell'olivo selvatico siciliano mediante analisi dei microsatelliti per la conservazione e la valorizzazione delle risorse genetiche vegetali</i>	»	1221
LA MELA VECA D.S., BARBERA G., CLEMENTI G., TRAINA G. - <i>Trasformazioni del paesaggio e conservazione degli habitat nella zona umida di Vendicari (Sicilia)</i>	»	1231
MARINO P., BAZAN G., SPADARO V. - <i>Biodiversità nelle Maloideae (Rosaceae) della Sicilia</i>	»	1238
MASON F., MINARI E. - <i>La teoria silvigenetica di Oldeman nella gestione forestale di aree protette</i>	»	1242
MATARESE PALMIERI R., BRUNO M. - <i>Ricerche istochimiche su Pittosporum tobira (Thunb.)</i>	»	1249
MATTIOLI W., PORTOGHESI L., CORONA P. - <i>Interventi culturali e variazioni nel corteggio floristico in cedui di castagno</i>	»	1253
PUGLISI S., LIEGGI M., LOPS A., RAINALDI G. - <i>Diversità e differenziazione genetica nel pino silvestre (Pinus sylvestris L.): confronto tra popolazioni italiane e straniere</i>	»	1259
RAIMONDO F.M., SCHICCHI R. - <i>Nuove tipologie di monumenti arborei in Sicilia</i>	»	1265
SAPORITO L. - <i>Biodiversità e conservazione del germoplasma agrario e forestale nel demanio forestale regionale in Sicilia</i>	»	1269
SAVERI C., LANDI M., FRIGNANI F., NUCCI A., BONINI I., DE DOMINICIS V., ANGIOLINI C. - <i>Monitoraggio della biodiversità vegetale del bacino del Fosso la Bolza (Siena, Toscana meridionale)</i>	»	1273
SILLETTI G. - <i>Orchidee spontanee della riserva naturale orientata "Murge orientali"</i>	»	1277
TERZUOLO P.G., BRENTA P., CAMERANO P., CANAVESIO A. - <i>Biodiversità forestale in Piemonte: valutazioni sulla necromassa</i>	»	1279

SESSIONE 2

SELVICOLTURA: INCENDI, PASCOLO

BEGHIN R., MARZANO R., BOVIO G. - <i>Ricostituzione attiva e passiva in una pineta di Pinus sylvestris L. percorsa da incendio di chioma</i>	»	1287
DELOGU G. - <i>Esperienze di Prescribed Burning in Sardegna</i>	»	1293
MANASSERO F., BERNA T. - <i>Sistema di rilevamento incendi: Firewatch</i>	»	1297
MARZANO R., CECCATO R., WOLYNSKI A., BOVIO G. - <i>La pianificazione antincendi boschivi nella Provincia Autonoma di Trento: nuovi approcci e sinergie</i>	»	1301
MINGO A., MIGLIOZZI A., CRISTAUDDO A., SARACINO A., MAUGERI G. - <i>La Silva nel Saltus. Note storico-ecologiche e cartografiche per una moderna gestione delle risorse silvo-pastorali dei Monti Nebrodi (Sicilia)</i>	»	1308
MINGO A., SARACINO A., CONTI S., FRANZA A., MELCHIONNA G., ALLEVATO E., MAZZOLENI S. - <i>Il ruolo del potenziale osmotico e del Ph sulla germinazione post-incendio di Pinus halepensis Miller: un'analisi comparativa su popolazioni di semi con diversa storia del disturbo del fuoco</i>	»	1313
TESI E., BONORA L., ROMANI M., BRACHETTI MONTORSELLI N., CONESE C. - <i>Incidenza degli incendi nelle diverse tipologie forestali in Toscana</i>	»	1319
VALESE E., HELD A.C. - <i>La gestione dei combustibili forestali e la difesa delle proprietà private dagli incendi boschivi: il progetto pilota Pianacci (Lastra a Signa - Firenze)</i>	»	1324

SESSIONE 3
SELVICOLTURA: CONSERVAZIONE DEL SUOLO, RISORSE IDRICHE,
LOTTA ALLA DESERTIFICAZIONE

ABOU JAOUDE R., DE DATO G., DE ANGELIS P., VALENTINI R. - <i>Analisi dendrometrica di popolazioni italiane di Tamarix spp.</i>	Pag. 1331
BONI I., GIOVANNOZZI M., PIAZZI M., LEO A. - <i>Protezione del suolo e desertificazione in Bassa Valle Susa e Val Casternone</i>	» 1337
DE DATO G.D., LOPERFIDO L., DE ANGELIS P., VALENTINI R. - <i>Ricolonizzazione assistita in aree semi-aride mediterranee: un caso di studio</i>	» 1342
RAUCCI G., ECOSSE A., MARESCHI L., BIANCONI D. - <i>Produzione di biomasse legnose e fitorimedio</i>	» 1349

SESSIONE 4
SELVICOLTURA: CAMBIAMENTI CLIMATICI, PROTOCOLLO DI KYOTO

BIDESE F., GOTTARDO E., MAZZOCOLI F. - <i>Sviluppo della filiera legno-energia in Friuli Venezia Giulia</i> ...	» 1357
GARFÌ V., GARFÌ G. - <i>Gestione forestale e funzionalità ecosistemica: relazioni fra accrescimento e clima in fustaie pluristratificate di pino domestico nel Parco naturale della Maremma</i>	» 1361

SESSIONE 5
SELVICOLTURA: PROTEZIONE DELLE FORESTE

BERNARDINELLI I. - <i>Risk Mapping per attacchi di bostrico tipografo nei boschi del Friuli Venezia Giulia</i> ...	» 1373
BERNARDINELLI I., STERGULC F. - <i>Bonifica fitosanitaria di piazzali di stoccaggio di legname bostricato</i>	» 1377
DETTORI S., CILLARA M., DEPLANO G., FILIGHEDDU M.R., SIRCA C., SPANO D., USAI A., FRANCESCHINI A. - <i>Danni da neve e rischi conseguenti nelle sugherete del nord Sardegna</i>	» 1380
FRIGIMELICA G., VALECIC M. - <i>Effetti del taglio sullo stato fitosanitario del carpino nero</i>	» 1385
FUSARO E., RIGHI F., DI MATTEO G. - <i>Selezione di provenienze di Pinus pinaster resistenti a Matsucoccus feytaudi</i>	» 1389
GIAMBRA S., TORTA L., SCOPEL C., CAUSIN R., BURRUANO S. - <i>Primi studi su Biscogniauxia mediterranea in Sicilia occidentale</i>	» 1394
LA PORTA N., PEDRON L., SALVATORI C., CAPRETTI P. - <i>Incidenza di Heterobasidion annosum s.l. in fustaie di abete rosso in ambiente alpino</i>	» 1397
LANCELLOTTI E., SCHIAFFINO A., FRANCESCHINI A., CORDA P. - <i>Comunità vegetale ed ectomicorrizica in una sughereta deperente</i>	» 1403
LO VERDE G., RIZZO R., BARRACO G. - <i>Dannosità e controllo di Ophelimus maskelli (Ashmead) su Eucalyptus camaldulensis in vivaio</i>	» 1409
MALTESE M., CALECA V., CARAPEZZA A. - <i>Primi reperti in Sicilia su diffusione e biologia di Leptoglossus occidentalis Heidemann (Heteroptera: Coreidae), cimice americana dei semi delle conifere</i>	» 1413
PAOLETTI E. - <i>Applicazione di antiossidanti per proteggere piante sensibili contro i danni da ozono</i>	» 1419
SCIRÈ M., D'AMICO L., MOTTA E., ANNESI T. - <i>Alcuni aspetti fitosanitari nella "foresta" della città di Roma</i>	» 1424
TAGLIAFERRI A., BALESTRINI R., COLOMBO R., DÍAZ VARELA R.A., BUFFONI A., BUZZETTI I., VERDELLI L. - <i>Analisi dei segnali delle variazioni climatiche in campo forestale. Dinamiche della vegetazione alpina e dell'azoto in ambienti d'alta quota in risposta ai cambiamenti climatici recenti: indagine retrospettiva e sviluppo di un sistema di monitoraggio</i>	» 1429

SESSIONE 6
SELVICOLTURA: PRODUZIONI FORESTALI, CERTIFICAZIONE, FILIERA LEGNO

BALDINI S., KELLEZI M., KORTOÇI Y. - <i>Caratterizzazione della biomassa di pioppo e robinia a ciclo breve (Short Rotation Forestry)</i>	» 1439
BARBAGALLO A., DI FULVIO F., LAUDATI G., RANUCCI F. - <i>Primo diradamento in una pineta di Pinus halepensis (Miller) con materiale per uso energetico (Prima parte)</i>	» 1443
BALDINI S., DI FULVIO F., LAUDATI G., RANUCCI F. - <i>Primo diradamento in una pineta di Pinus halepensis (Miller) con materiale per uso energetico (Seconda parte)</i>	» 1447

BALDINI S., MARCHI E. - <i>La raccolta del legno in boschi percorsi da incendio</i>	Pag.	1451
BERTINI R., FAINI A., MONTAGHI A., PULETTI N., TRAVAGLINI D. - <i>Metodologia per il censimento e la mappatura dei castagneti da frutto</i>	»	1455
BURESTI LATTES E., MORI P. - <i>AALSEA: Associazione per lo sviluppo dell'arboricoltura da legno</i>	»	1462
CANTIANI P., PLUTINO M. - <i>Le pinete di impianto di pino nero appenniniche. Indagini sperimentali sul trattamento selvicolturale</i>	»	1465
CANTINI C., SANI G., GIOVANNELLI A., BRUNETTI M., BERTI S. - <i>Utilizzazione dell'olivo in impianti specializzati indirizzati alla produzione di legname di qualità</i>	»	1472
CAVALLI R., GRIGOLATO S., BERGOMI L.Z. - <i>Esbosco in ambiente montano con Cable-Forwarder</i>	»	1476
CAVALLI R., GRIGOLATO S., FEDEL D. - <i>Viabilità e approvvigionamento di biomasse legnose forestali</i>	»	1482
D'AGOSTA G.M., MILAZZO A. - <i>Soddisfacimento del fabbisogno energetico pubblico locale attraverso la generazione termoelettrica da biomassa legnosa forestale. Il caso di studio del Comune di Malvagna</i>	»	1490
FIORAVANTI M., DI GIULIO G. - <i>Effetto delle pratiche selvicolturali sulla ricorrenza e sulle caratteristiche del legno di compressione nel larice (Larix decidua Mill.)</i>	»	1493
FIORAVANTI M., SIGNORINI G., DUCCI F. - <i>Prunus avium L.: uno studio sull'ereditabilità del colore del legno</i>	»	1498
MAESANO M., MASIERO M., PETTENELLA D., SECCO L., MARCHETTI M. - <i>Certificazione FSC: stato dell'arte e nuovi strumenti</i>	»	1504
MEZZINI E., GHERARDI M., VIANELLO G., MAGNANI F., SPINELLI R. - <i>Meccanizzazione a scala territoriale in territorio montano. Integrazione di fattori tecnici ed economici con tecniche GIS</i>	»	1509
NOSSENZO A., BERRETTI R., BOETTO G., TRAVAGLIA P.M. - <i>Valorizzazione dei cedui di castagno mediante la quantificazione degli assortimenti ritraibili</i>	»	1515
NUCERA D. - <i>Stima del sughero ritraibile dal "Bosco Risicone"</i>	»	1521
PALANTI S., FECI E. - <i>Preservanti del legno da esterno a base di acido bórico e altri co-formulanti: un'alternativa ecocompatibile ai sali di rame</i>	»	1525
PERNARELLA R. - <i>I legni trattati termicamente: conoscenza, valorizzazione e problematiche</i>	»	1531
RAIMONDO F.M., ILARDI V., MAZZOLA P. - <i>Nuove prospettive per l'arboricoltura da legno in Sicilia: la coltivazione del noce Pecan</i>	»	1535
SAPORITO L., MAGGIORE C. - <i>Modalità di utilizzazione e produttività in cantieri forestali per biomassa di eucalitto in Sicilia</i>	»	1539
SPINA S., AGRUMI M., BISTONI A., RADOCCHIA C., ROMAGNOLI M. - <i>Contributo alla conoscenza della cipollatura nel legno di castagno in alcuni siti del Lazio</i>	»	1544
URSO T., CRIVELLARO A., ARNOST A., CAZZOLA F. - <i>Classificazione estetica di 5 legni brasiliani per pavimentazioni esterne</i>	»	1550
URSO T., PAIERO P. - <i>Il legno di salice: utilizzazioni tradizionali e prospettive future</i>	»	1555

SESSIONE 7

SELVICOLTURA: PAESAGGIO, FUNZIONI CULTURALI E SOCIALI DELLA FORESTA

AGRIMI M., BERRETTA C., CORONA P., MATTIOLI W., POMPEI E. - <i>Valutazione quali-quantitativa dei boschi urbani in Italia</i>	»	1563
BARBERA G., CULLOTTA S., ROSSI-DORIA I., RÜHL J., MARINO E. - <i>Inventario dei paesaggi a terrazze in Sicilia</i>	»	1568
DI CARA F., GIORGINI S. - <i>I castagni monumentali della Toscana: aspetti paesaggistici, gestione e conservazione</i>	»	1573

SESSIONE 8

SELVICOLTURA: POLITICHE FORESTALI E AMBIENTALI

CALVO E., NASTASIO P., BALLARDINI P., SALA E. - <i>Contratti di foresta: uno strumento di gestione partecipativa</i>	»	1581
INDICE PER AUTORE	»	1585

Prefazione

IL TERZO CONGRESSO DI SELVICOLTURA: RISULTATI E ASPETTATIVE

*Il presente è il limite
indivisibile che separa il
passato dall'avvenire.*

HENRI BERGSON

Il «Terzo Congresso di Selvicoltura per il miglioramento e la conservazione dei boschi italiani» tenutosi a Taormina dal 16 al 19 ottobre 2008 è stato organizzato dall'Accademia Italiana di Scienze Forestali, dal Corpo Forestale dello Stato e dal Corpo Forestale della Regione Siciliana, con la collaborazione della Consulta Nazionale per le Foreste, il Legno e la Carta e della Fondazione San Giovanni Gualberto. L'obiettivo era duplice: l'analisi dell'evoluzione del pensiero e della tecnica forestale; la verifica delle metodiche adottate in selvicoltura, guardando al futuro delle foreste italiane e delle attività a esse connesse, con particolare riferimento all'ambiente Mediterraneo.

I soggetti politici e quelli accademici, le Organizzazioni internazionali, gli Enti di ricerca, le Regioni e le Province autonome, le Organizzazioni Non Governative (ONG), il settore forestale industriale e quello privato, gli operatori forestali, hanno svolto un esame puntuale della questione selvicolturale. I congressisti hanno vagliato ed esposto gli attuali problemi della selvicoltura e di quelli che si svilupperanno nei prossimi lustri, prospettando nuovi indirizzi. Inoltre, hanno suggerito appropriate iniziative in merito alla funzionalità degli ecosistemi forestali e indicato il ruolo che dovrà assumere la selvicoltura per lo sviluppo ecocompatibile e per l'avanzamento culturale della società civile.

Il Congresso è la naturale prosecuzione dei due primi Congressi di selvicoltura: il primo si svolse a Firenze nel 1954. Fu promosso e organizzato dall'Accademia Italiana di Scienze Forestali che era stata fondata nel 1951 e inaugurata alla presenza del Capo dello Stato Luigi Einaudi con una solenne cerimonia nella Sala dei Duecento di Palazzo Vecchio a Firenze. L'idea di organizzare il Congresso di Selvicoltura nacque da due motivazioni: la prima connessa alle condizioni disastrose in cui si trovavano la montagna e i boschi italiani subito dopo la seconda guerra mondiale; la seconda legata alla ricorrenza storica dei cinquecento anni dalle prime riforme attuate nel 1453 dalla Repubblica di Venezia per la conservazione e il miglioramento del proprio patrimonio forestale.

Lo scopo del Congresso era quello di trovare soluzioni scientifiche, tecniche e operative al fine di dare un forte impulso a una politica lungimirante, in grado cioè di favorire e sostenere il settore forestale. I risultati e le proposte scaturite dal Congresso trovarono immediato riscontro politico con il finanziamento di adeguate risorse. Dal Congresso emerse un dato importante: la classe politica ebbe piena cognizione dell'importanza del bosco quale presidio indispensabile per la difesa idrogeologica del territorio e per il miglioramento delle condizioni di vita delle popolazioni della montagna italiana.

Il secondo Congresso di Selvicoltura, organizzato dalla Consulta Nazionale per le Foreste e il Legno, dalla Direzione Generale per le Risorse Forestali, Montane ed Idriche e dall'Accademia Italiana di Scienze Forestali, si svolse nel 1998 a Venezia nella Sala Grande di San Giovanni Evangelista e fu preceduto da varie giornate preparatorie programmate in collaborazione con le Regioni. Il Congresso aveva lo scopo di far conoscere: i cambiamenti nei boschi italiani verificatisi dopo oltre 40 anni dall'ultimo Congresso; le nuove problematiche della selvicoltura; gli interventi da effettuare per la conservazione e il miglioramento dei boschi, la tutela della biodiversità, la protezione del paesaggio. In sintesi, il ruolo della selvicoltura per la salvaguardia ambientale, per la produzione legnosa e per la difesa dei valori naturalistici.

Il Congresso sottolineò la necessità di agire secondo i dettami della «gestione forestale sostenibile», di predisporre una legge quadro forestale, di aggiornare l'Inventario Forestale Nazionale e di operare per la realizzazione di una politica forestale in grado di valorizzare il ruolo sociale, economico e culturale delle foreste, della montagna e delle sue comunità. Alcune di queste proposte sono state accolte e sono divenute operative: basti ricordare l'emanazione del decreto legislativo n. 227 del 2001, predisposto dall'Accademia Italiana di Scienze Forestali e coordinato da chi scrive, e la realizzazione dell'Inventario nazionale forestale e dei serbatoi di carbonio. Bisogna sottolineare però che per l'attività selvicolturale è mancata una reale azione di sostegno finanziario da parte della classe politica.

Il terzo Congresso ha fornito proposte innovative in selvicoltura per la tutela della biodiversità, le risorse genetiche, le aree protette e la fauna; gli incendi e il pascolo; la conservazione del suolo, le risorse idriche, la lotta alla desertificazione; i cambiamenti climatici, il protocollo di Kyoto, la purificazione dell'aria e dell'acqua, la fissazione del carbonio atmosferico; la protezione delle foreste; la produzione legnosa e non, la certificazione dei prodotti legnosi e la filiera legno; la protezione dell'identità paesaggistica dei territori, le funzioni culturali e sociali della foresta; le politiche forestali e ambientali, dandone chiara ed efficace comunicazione al grande pubblico.

In breve, il Congresso ha messo in evidenza la necessità di diffondere quella che può definirsi la «cultura del bosco». I risultati ottenuti costituiscono raccomandazioni per la classe politica locale, regionale, nazionale e internazionale.

Firenze, giugno 2009

ORAZIO CIANCIO

SEDUTA INAUGURALE

Il Terzo Congresso Nazionale di Selvicoltura ha avuto luogo dal 16 al 18 ottobre 2008 nella splendida cornice del San Domenico Palace Hotel di Taormina (ME), mentre il 19 ottobre i congressisti hanno effettuato una escursione alle formazioni forestali dell'Etna.

La Seduta inaugurale si è aperta con il benvenuto delle bande musicali del Corpo Forestale dello Stato e della Regione Siciliana che hanno eseguito l'Inno dell'Unione Europea, l'Inno Nazionale Italiano e l'Inno della Regione Sicilia. Si sono quindi susseguiti numerosi interventi di saluto, presentati dalla speaker Lorenza Colletti del Corpo Forestale dello Stato.

MAURO PASSALACQUA

Sindaco di Taormina

Autorità militari, Autorità civili, ho il piacere di dare il benvenuto nella mia città al Congresso Nazionale di Selvicoltura, che abbiamo fortemente voluto, sin dal momento in cui c'è stata prospettata la possibilità di farlo a Taormina.

La sede fisica del Congresso, la città, sono a vostra completa disposizione. Mi spiace che il Congresso inizi con ritardo, anche se le problematiche che verranno trattate oggi sono estremamente affascinanti e sicuramente richiedevano anche da parte mia una valutazione su quello che la selvicoltura può fare anche su territori come il nostro dove, nonostante le cure, nonostante l'attenzione posta, abbiamo anche problemi di dissesto idrogeologico, viviamo le problematiche comuni e quotidiane di tutti.

Mi limiterò solamente a porgere il saluto della mia città, il benvenuto e soprattutto un buon lavoro ai congressisti. Purtroppo non posso soffermarmi per i precedenti impegni istituzionali assunti ma cercherò di essere nuovamente con voi domani e dopodomani. A tutti un carissimo augurio di buon lavoro. Grazie.

GIUSEPPE CASSETTA

*Abate Generale dei Monaci Benedettini Vallombrosani e Presidente della Fondazione S. Giovanni Gualberto
(Michele Lonzi legge la lettera dell'Abate)*

Come Abate Generale della Congregazione Vallombrosana e Presidente della "Fondazione San Giovanni Gualberto", desidero complimentarmi per la scelta del tema che sarà oggetto del III Congresso Nazionale di Selvicoltura.

Vorrei far pervenire a tutti gli illustri relatori e congressisti un pensiero di incoraggiamento e di plauso perchè iniziative come queste possano davvero essere utili non solo agli addetti ai lavori ma a tutta la società italiana, perchè si sviluppi sempre più, soprattutto nei giovani, l'impegno per la tutela e la salvaguardia dei boschi. San Giovanni Gualberto, patrono dei forestali, aiuti tutti noi a riconoscere la grande responsabilità di rispondere a un progetto che non è solo nostro, ma che ci è stato affidato dalle mani di un Dio previdente e provvidente. Augurando un pieno successo di questa importante iniziativa congressuale, invio a tutti un cordiale saluto nel Signore.

LUIGI MORUCCI

Presidente dell'Associazione Forestale Italiana

Grazie, buongiorno alle Autorità e ai partecipanti. Desidero iniziare rivolgendo un cordiale saluto e un sincero ringraziamento al Comandante del Corpo Forestale dello Stato, l'Ing. Cesare Patrone, al Comandante del Corpo Forestale della Regione Sicilia, Dott. Michele Salvatore Lonzi, ed al Presidente dell'Accademia Italiana di Scienze Forestali Prof. Fiorenzo Mancini per aver voluto invitare l'Associazione Forestale Italiana a pronunciare il suo intervento nella sessione inaugurale del Terzo Congresso Nazionale di Selvicoltura.

Sono lieto di essere qua come imprenditore e come Presidente dell'Associazione. Un ringraziamento particolare va a tutti coloro che si sono impegnati per questa manifestazione e per il valido apporto volto all'affermazione di una moderna gestione del patrimonio boschivo, dell'ambiente e del territorio.

È per me motivo di soddisfazione prendere parte all'apertura di questo Terzo Congresso che a distanza di 10 anni ci riunisce nuovamente al fine di promuovere l'informazione sui valori e il benessere del mondo boschivo e forestale. Sono certo che nei prossimi giorni questo simposio darà modo di trarre utili informazioni sulle più pressanti problematiche riguardanti la politica forestale dalla quale dipende in larga misura lo sviluppo futuro dei territori che caratterizzano gran parte del nostro Paese.

In questo quadro, il secondo Congresso, già dal 1998 (come ricordava lo speaker), che si è tenuto a distanza di ben 50 anni dal primo, si propone come momento di discussione per elaborare risposte esaurienti

in merito a numerosi argomenti e pervenire in tal modo a sintesi scientifiche, innovative e propositive per la piena integrazione e implementazione del concetto di gestione sostenibile. È di fondamentale importanza un appuntamento rappresentativo come quello che ci vede oggi protagonisti, capace di metabolizzare le varie istanze e trasformarle poi in proposte operative, verso chi riveste ruoli decisionali; simile convergenza collaborativa può portare positivi e incoraggianti risultati. Le esperienze del passato dimostrano infatti che la divisione produce risultati nulli e comunque temporanei, mentre i momenti di coesione - e il mondo forestale ne ha bisogno - contribuiscono efficacemente a raggiungere esiti reali e forieri di sviluppo.

La presa di coscienza delle sfide cui sarà chiamata la selvicoltura del terzo millennio richiede grande impegno e strenua convinzione per far sì che il concetto di gestione sostenibile proposto nelle sedi internazionali quale obiettivo guida delle attività forestali, possa trovare rapida attuazione anche nel nostro Paese. La consapevolezza dell'importanza della selvicoltura richiede una comprensione approfondita e rigorosa del bosco e delle sue interazioni con il resto della biosfera e con la società. Queste conoscenze devono essere integrate in un sistema di valori condivisi, affinché il rispetto della complessità ecosistemica e delle esigenze sociali ed economiche divenga parte della cultura e elemento di progresso. È indispensabile il ricorso a strumenti normativi, a risorse finanziarie, mezzi e personale in grado di realizzare piani colturali adeguati alle esigenze di ogni superficie boscata.

L'Italia è molto lunga, non può essere la stessa cosa in Sicilia come in Alto Adige. Alfonso Alessandrini, nel suo intervento di 10 anni fa, in occasione del Secondo Congresso, sottolineava come non fosse possibile la totale assenza di un richiamo esplicito alla natura insieme alla Costituzione, nonostante vi fossero invece dei riferimenti alle bellezze naturali e alla sua salute pubblica. Alessandrini ha sempre auspicato un giusto riconoscimento anche a quest'elemento, perché esso ne tragga i dovuti oneri ed onori, al pari del lavoro, della difesa della Patria, dei suoi valori culturali e storici. Anche i boschi e gli alberi monumentali rappresentano infatti dei valori culturali.

A questo proposito mi piace citare una frase pronunciata spessissimo dal compianto Maurizio Magni, Direttore per tanti anni dell'Associazione che io ora presiedo. Lui soleva dire: "come tutto l'Universo, l'albero è dono di Dio, uno dei più belli fatti all'uomo, anche perché è in parte a lui somigliante, nasce, cresce, opera, poi muore. Ma come per l'uomo un altro albero potrà prendere il suo posto e continuare a raccontare la bella favola della vita".

Ritengo che questa frase abbia il merito di riconoscere al bosco il valore multiplo e potenzialmente inesauribile che gli è insito, cioè valore ambientale, sociale ed economico. Un valore che tutte le Associazioni e gli Enti oggi qui presenti si premurano da tempo di rispettare, promuovendone l'utilizzo sostenibile e rispettoso per rendere vivibile il presente e possibile il futuro. In oltre mezzo secolo di attività volta a perseguire e difendere tali valori l'Associazione Forestale Italiana ha contribuito in maniera incisiva a far conoscere ed amare gli alberi ed il legno, mettendone in risalto le insostituibili qualità per l'equilibrio ambientale e lo sviluppo economico del Paese.

È proprio nel segno di questa convinzione forte che AFI da anni svolge la sua attività di sensibilizzazione sui temi della protezione dell'ambiente. Mi riferisco a due iniziative cui tengo particolarmente: la prima, la "Giornata del bosco", di cui ricorrerà quest'anno il decimo anniversario; la seconda, il Progetto "Restauro del bosco", presentato nel 1997 da Federlegno Arredo che ne ha poi delegato la concreta attuazione ad AFI.

La "Giornata del bosco" nasce nel marzo del 1999 da un'intuizione dell'allora Presidente dell'AFI Franco Arquati e dal Cavaliere del Lavoro Alfredo Diana, Presidente della Consulta Nazionale per le Foreste il Legno e la Carta, con beneplacito del Presidente Oscar Luigi Scalfaro, da sempre sensibile al tema della difesa e dello sviluppo del verde.

Il reiterarsi di queste giornate dimostra che ben si è compreso il valore complesso e multiforme dei boschi. Il progetto "Restauro del bosco" persegue obiettivi precisi, in merito alla cura e al miglioramento degli oltre tre milioni e mezzo di ettari di bosco ceduo presenti in Italia, nella consapevolezza che un bosco con la corretta manutenzione è meno soggetto ad incendi. Tali obiettivi rappresentano pertanto una sorta di investimento sociale in occupazione, ambiente e produzione e perseguono l'intento di sistemare i boschi per migliorare l'ambiente, fortificare il territorio, ridurre drasticamente il pericolo di incendi; di verificare, laddove possibile, la conversione ad alto fusto; di trarre da quest'opera, materia prima per l'industria nazionale. Il Presidente Rosario Messina, che oggi ci onora della sua presenza, citerà appunto quali sono i meriti della Federlegno e della lavorazione del legno; di aumentare l'occupazione favorendo la creazione di mini imprese di giovani in grado di diventare imprenditori di sé stessi e di lanciarsi in un'attività soddisfacente, di sviluppare altre attività economiche legate ai frutti del bosco, alla fauna, al turismo e in particolare all'agriturismo. Credo che queste iniziative possano portare un loro umile contributo ad una causa come quella per cui tutti qui riuniti oggi ci battiamo con costanza e determinazione.

Concludo augurando ogni successo a questo Terzo Congresso Nazionale di Selvicoltura, e che possa poi trovare una forte espansione nel Paese, perché c'è bisogno di informazioni per i boschi del futuro. Grazie.

Autorità, Signori congressisti, ho il piacere e l'onore di portare, oltre al saluto del Parco dell'Alcantara, nel quale insiste anche il comune di Taormina che vi ospita, il saluto degli altri tre parchi regionali siciliani: il Parco dell'Etna, il Parco dei Nebrodi e il Parco delle Madonie.

E con ciò intendo fare qualche riflessione nel vedere anche il ruolo dei parchi in queste giornate importanti del Congresso per lo stretto ed indissolubile legame che esiste fra le aree protette e la gestione selvicolturale della vegetazione forestale che in gran parte vi insiste.

I parchi siciliani sono stati istituiti con legge regional e n. 98 del 1981, che ha anticipato di ben 10 anni la legge quadro nazionale n. 394 del 1991. Quindi possiamo - a buon diritto - dire che in questo la regione Sicilia è stata antesignana, quanto meno dal punto di vista normativo. Ma anche sotto il profilo della gestione dei parchi i modelli regionali molto diversi rispetto a quelli nazionali, con una democrazia partecipata ben più pressante e pregnante che esiste nei parchi regionali siciliani. Gli organi di amministrazione degli Enti parco regionali siciliani sono difatti costituiti dai legali rappresentanti delle comunità del territorio e cioè dai Sindaci e dai presidenti delle Province regionali, con funzioni di indirizzo politico generale, deliberative e decisionali rispetto agli atti più importanti dell'Ente quali il bilancio, il programma triennale degli interventi, il piano territoriale di coordinamento, ecc. e non meramente consultive, come avviene nei parchi nazionali.

Ciò risulta di estrema importanza, perché dà il segno preciso di come il ruolo dei parchi è, ad un tempo, modello e motore dello sviluppo sostenibile di un territorio dei quali i parchi stessi hanno finito per assumere la regia della gestione. Una regia che chiaramente parte dalla tutela del territorio, ma tende allo sviluppo sostenibile dello stesso, valorizzandone proprio quegli aspetti ambientali che ne hanno determinato l'istituzione, la nascita e la crescita.

Siamo passati quindi, come parchi, ad una rivoluzione, da un mero concetto di tutela e conservazione primario - che deve rimanere tale - ma che al tempo stesso deve essere sapientemente coniugato anche con le strategie di sviluppo sostenibile del territorio, perché altrimenti si va incontro a mere dichiarazioni di principio che comprimono e opprimono lo sviluppo di un territorio, mentre devono farlo crescere guidandolo verso la sostenibilità.

Parimenti abbiamo assistito anche a una evoluzione della selvicoltura, che da meramente protettiva e produttiva è passata a una selvicoltura naturalistica, polifunzionale, più adeguata ai tempi e più adeguata anche alle molteplici richieste che dalla società provengono.

Non ultima, tra le nuove esigenze alle quali è chiamata a rispondere anche la selvicoltura moderna, è il rispetto della convenzione internazionale della biodiversità che risale a tempi abbastanza recenti (1992) . Pur trovando concreta attuazione nel dicembre 1993, la CBD ed i relativi impegni internazionali nel campo della conservazione della biodiversità riguardano la semplice conservazione della diversità biologica.

Ritengo peraltro che vada fatta una riflessione anche sugli altri aspetti che la diversità può assumere, strettamente e inscindibilmente connessi con l'uomo, perché la conservazione della biodiversità - o, meglio, della diversità biologica - nelle sue forme soprattutto forestali, altro non è se non manifestazione esterna anche di una diversità culturale che ha stretto sempre e inscindibilmente il bosco all'uomo e l'uomo al bosco.

Sappiamo perfettamente che gran parte del nostro patrimonio è strettamente collegato ai territori: di essi l'uomo fa parte integrante ed essenziale. Senza l'uomo quei territori non sempre si evolvono naturalmente, ma spesso si degradano, soprattutto se l'abbandono dell'uomo avviene in modo estremamente veloce.

In un'epoca di grandi cambiamenti - e non solo climatici - nella quale noi viviamo, le aree protette rappresentano punte di eccellenza dove si deve sapere sapientemente coniugare le tecniche di gestione del territorio con lo sviluppo del territorio.

In questo senso, in questo Congresso, estremamente articolato e sapientemente organizzato dal Comitato organizzatore e dal Comitato scientifico, che ha visto il coinvolgimento di diversi soggetti ai più alti livelli - oltre al Ministero, il Corpo forestale, la Regione, l'Accademia Italiana di Scienze Forestali della quale mi onoro di far parte - non fa altro che evidenziare, proprio nella scaletta, le multiformi articolazioni ed esigenze dell'odierna selvicoltura, anche come strumento di conservazione della biodiversità. Oltre a un'apposita sezione incentrata sulla biodiversità, ve ne sono numerose altre che manifestano di per sé l'estrema complessità di questa problematica.

Quindi il ruolo della scienza risulta fondamentale per illustrare, chiarire e fornire le chiavi di lettura dei grandi cambiamenti e dei fenomeni che viviamo, ma anche di fornire indicazioni alla politica, perché alla politica compete effettuare le grandi scelte di orientamento dello sviluppo dei territori e delle popolazioni.

In questo senso i parchi hanno già fatto la loro scelta: moltissime sono state le adesioni alla carta di Feltre, tutti i parchi i parchi regionali siciliani hanno aderito alla carta di Feltre, che nell'assumere gli impegni dei parchi ha formulato le proprie richieste alla politica, che sono richieste assolutamente trasversali, mirate a modelli di sviluppo del territorio che coniughino le esigenze dell'ambiente con le esigenze dell'uomo.

Ecco perché i parchi regionali siciliani hanno fornito la loro convinta adesione a questo Congresso, lo hanno patrocinato e ringraziano gli organizzatori per questa eccezionale scaletta, dalla quale ci aspettiamo di avere indicazioni per contribuire, nel nostro piccolo, ad assumere la responsabilità delle scelte che sul territorio hanno tanta incidenza e tanta importanza.

Formulo quindi, a nome, del Parco dell'Alcantara che ha il piacere di ospitarvi, degli altri tre parchi siciliani e mio personale, anche in qualità di dirigente del Corpo forestale della Regione siciliana, i migliori auspici per questo Congresso, dal quale ci aspettiamo di avere indicazioni scientifiche importanti anche per lo sviluppo sostenibile di questi nostri territori, che hanno grande esigenza ormai di garantire una solidarietà non solo intragenerazionale, ma anche intergenerazionale, per garantire alle future generazioni questo splendido patrimonio naturale. Grazie.

FRANCESCA DE LUCA

Azienda Foreste Demaniali Regione Siciliana

L'8 giugno del 2006, per la prima volta a Roma ero presente quando si parlò della possibilità di organizzare questo Terzo Congresso Nazionale di Selvicoltura qui in Sicilia. Tutti i presenti allora concordarono sull'opportunità di organizzare questo grande evento che dà importanza e che qualifica tutte le attività che vengono svolte nel settore della selvicoltura da tutti gli addetti. Detto questo si passò a discutere sulla scelta del luogo dove organizzare il Convegno.

Evidentemente molte regioni si candidarono, però infine fu scelta la Sicilia. Chiaramente noi consideriamo questa una scelta felice, in quanto la Sicilia, isola al centro del Mediterraneo, con i suoi boschi, la vegetazione naturale, gli ambienti naturali collega la selvicoltura e la natura della piattaforma africana a quella continentale e europea. È quindi con grande piacere che porgo un cordiale saluto di benvenuto a tutti gli intervenuti al Congresso, Autorità politiche, istituzionali e accademiche, in particolare al Capo del Corpo Forestale dello Stato Ing. Cesare Patrone e al Comitato organizzatore tutto.

Un saluto particolare va al Prof. Orazio Ciancio, illustre rappresentante della Sicilia nel panorama accademico internazionale delle scienze forestali, al quale ci lega un lungo e consolidato rapporto di amicizia e collaborazione professionale. Oggi si aprono questi tre giorni di lavori che formeranno oggetto di riflessione e approfondimento scientifico, tecnico e politico propositivo per argomenti di grande interesse e sui quali l'Azienda è attivamente impegnata. Biodiversità, protezioni delle foreste dalle alterazioni antropiche, lotta alla desertificazione, cambiamenti climatici, produzioni forestali e filiere del legno, aspetti paesaggistici del bosco, sono temi di grande respiro che fanno ormai parte delle linee gestionali adottate dall'Azienda Foreste, un soggetto che gestisce il vasto patrimonio di boschi pubblici della Regione, con aree di grande valore naturalistico e ambientale. 177.000 ettari di boschi e aree di vegetazione naturale di cui oltre 70.000 in aree protette, parchi regionali e riserve naturali. L'orgoglio del selvicoltore che lavora per l'Azienda Foreste sta nel fatto che molte aree demaniali sono state incluse nel piano regionale dei parchi e delle riserve naturali, ciò a dimostrazione del fatto che l'azione di tutela e di gestione portata avanti dall'Azienda Foreste ha permesso di conservare ambienti di straordinario interesse naturalistico, ma non solo, anche sociale, culturale, architettonico, archeologico e altro ancora. Si ricorda per esempio la demanializzazione dell'area intorno al vallone Madonna degli Angeli, dove vegeta l'unica popolazione esistente di *Abies nebrodensis*, la demanializzazione della Tassita Caronia, dove vegeta la più espressiva popolazione di *Taxus baccata* in Sicilia, questo molto prima che fossero istituiti sia il Parco delle Madonie che quello dei Nebrodi.

A ulteriore riprova del ruolo svolto dall'Azienda Foreste nella conservazione e nel miglioramento del patrimonio forestale e degli *habitat* della Regione, si vuole fare rilevare come la quasi totalità del demanio forestale sia stato incluso nei siti della Rete Natura 2000.

Rileviamo anche con una certa soddisfazione come i temi di alcune delle sessioni tematiche del Congresso siano stati da tempo oggetto di riflessione e attività da parte dell'Azienda Foreste, con l'avvio di alcune iniziative che attraverso una maggiore e più profonda conoscenza del patrimonio forestale regionale tendono a realizzarne una migliore gestione.

A proposito si citano, in tema di biodiversità le attività storicamente realizzate per la conservazione in sito del germoplasma ed il recente sviluppo di una misura del P.O.R. quale intervento per la protezione della biodiversità genetica vegetale della regione e attraverso la quale sono stati creati due importanti centri per la conservazione del germoplasma ex sito, del germoplasma sia agrario che forestale. Una a Vendicari, in provincia di Siracusa e l'altra a Ficuzza, in provincia di Palermo.

Colgo l'occasione per annunciare che proprio l'altroieri è stata sottoscritta la convenzione fra l'Azienda Foreste del Comune di Buccheri, situato nell'altopiano Ibleo in provincia di Siracusa che consentirà all'Azienda di gestire il demanio comunale all'interno del quale vegeta l'unica popolazione esistente di *Zelkova sicula*, ulmaccia recentemente scoperta nel 1991, formata da 230 esemplari all'interno di una querceta di meno di mezzo ettaro, specie considerata in pericolo critico di estinzione e inserita nella lista delle 50 specie botaniche più minacciate dell'area mediterranea.

Un tema attualissimo che vede impegnata l'Azienda Foreste è quello relativo ai processi per il

contenimento delle emissioni di anidride carbonica. Lo sviluppo di processi gestionali per il recupero delle frazioni legnose minori e l'utilizzo delle biomasse. In tema di protezione e gestione degli ambienti naturali è significativa l'attività svolta nella gestione di ben 32 riserve naturali.

In occasione dell'escursione tecnica sul Monte Etna avrete modo di apprezzare la bellezza e l'interesse forestale naturalistico e paesaggistico di quest'area demaniale, attualmente facente parte dell'omonimo Parco regionale dove l'Azienda però continua a effettuare le attività selvicolturali e a garantire le attività legate alla gestione sostenibile. Vi ringrazio e auguro a tutti un buon proseguimento dei lavori.

CARMELO MOTTA

Segretario Generale Comitato Permanente per il Partenariato Euromediterraneo dei Poteri Locali e Regionali (COPPEM)

Ringrazio per l'invito al III Congresso Nazionale di Selvicoltura. Colgo l'occasione di questo importante incontro per presentarvi il Comitato Permanente per il Partenariato Euro-Mediterraneo dei Poteri Locali e Regionali, di cui sono il Segretario Generale. Il COPPEM è un'associazione internazionale che rappresenta città, province e regioni di 37 Stati; persegue gli obiettivi della Dichiarazione di Barcellona sul partenariato euromediterraneo del 1995 e quelli della Dichiarazione finale del Vertice di Parigi sull'Unione per il Mediterraneo approvata il 13 luglio dai Capi di Stato e di Governo dei paesi euromediterranei. Il COPPEM ha sede a Palermo; ha uffici al Cairo, a Rabat, a Istanbul, a Ramallah, a Eilat e a Poznan e sono di prossima apertura quelli di Amman, Algeri, Tunisi, Bruxelles.

Negli anni abbiamo realizzato dei forti legami di cooperazione con l'Organizzazione delle Città Arabe (ATO), grazie ai quali ci siamo allargati ai paesi del Golfo in particolare abbiamo collaborato con gli Emirati Arabi Uniti.

Il responsabile dell'ufficio internazionale dell'ATO è vice presidente del COPPEM. Nel COPPEM è presente pure il Congresso dei poteri locali e regionali del Consiglio d'Europa: il neo Presidente infatti è Presidente della II Commissione del COPPEM.

Sono tornato ieri sera dal Cairo dove ho firmato un protocollo d'intesa importante relativo la salvaguardia dei temi culturali immateriali.

La ICCN, la Rete di cooperazione tra città per la salvaguardia del patrimonio culturale intangibile, ha sede in Corea. Il Presidente di questa importante istituzione ha ritenuto che con la nostra Associazione si possono sviluppare rapporti di piena collaborazione.

Il protocollo è stato firmato alla presenza di autorevoli rappresentanti delle istituzioni egiziane. Durante i lavori svolti al Cairo ho puntualizzato che ci troviamo di fronte ad una crisi drammatica, che secondo il COPPEM, non è solo una crisi finanziaria, ma è legata soprattutto all'economia reale.

L'impressione è che si stanno intaccando i fondamentali dell'economia.

Il Direttore della Banca d'Italia afferma che siamo in una situazione di stasi. La Confindustria sostiene che quest'anno il PIL scenderà del 2% e l'anno dopo del 5%. Credo che nemmeno oggi sia veramente in grado di valutare quello che sta accadendo negli Stati Uniti. Il problema che abbiamo, innanzitutto, è questo: si esce dalla crisi se siamo uniti, se non lo siamo, non si va da nessuna parte.

Che cosa fare? La prima cosa, per noi del COPPEM è promuovere la cultura della pace. Occorre risolvere le grandi questioni aperte, a cominciare dal conflitto israeliano-palestinese e spegnere tutti i focolai di guerra. Non possono spendere centinaia di milioni di euro per eventi bellici: è un assurdo! Occorre in questa situazione perseguire grandi obiettivi planetari. Ritengo, e per questo sono venuto a questo incontro, che il settore di cui voi vi occupate, sia un settore strategico e mi farebbe molto piacere che il nostro governo lo appoggiasse. Nella dichiarazione finale del 13 luglio a Parigi ci sono alcuni titoli di progetti che, secondo me, interessano il vostro settore: l'ambiente, l'energia, la gestione dell'acqua, l'apicoltura, scienza e tecnologia. Questi sono alcuni titoli di progetti che l'Unione per il Mediterraneo, vorrebbe portare avanti. Dobbiamo entrare nel merito, perché dalla crisi si esce se si affrontano con estrema chiarezza le questioni fondamentali dell'umanità. Nella riunione che si terrà a Marsiglia il 3 e 4 novembre ci si deve battere perché dai titoli si passi ai contenuti e dai progetti si stabilisce la priorità.

Voglio finire il mio intervento ricordando quello che aveva affermato Jean-Jacques Rousseau molto tempo fa: "Questo è un tempo in cui non si può fare il piccolo cerchio intorno a se stessi e dire: questo è mio; questo è un tempo in cui si deve fare un cerchio grande, grandissimo, immenso, planetario e dire: questo è nostro".

Sono felicissimo dell'invito che ho ricevuto a partecipare a questo Convegno, per due motivi, uno per l'importanza di questo Convegno e due perché viene fatto in quella che io, essendo nato a Catania, ritengo la mia città, quando vengo dal nord vengo a 500 metri da qui a Taormina.

Desidero ringraziare tutte le Autorità presenti e gli organizzatori che hanno voluto questo Convegno. Non mi soffermerò molto sulle problematiche che riguardano gli studiosi, gli accademici, gli addetti ai lavori, ma credo di portare una testimonianza importante su due direttive. La prima, come in Italia negli ultimi tempi l'industria si preoccupa delle problematiche di carattere sociale e non semplicemente, come si poteva pensare una volta, di produrre guadagni, fatturati o redditi. La seconda, la riconferma, qualora ce ne fosse bisogno, che tutto l'impegno che voi e chi fuori da qui mette nelle problematiche della selvicoltura, del legno in generale, ha un'importante finalizzazione che permette a questo Paese di avere posizioni di leader mondiale, nel mobile e di conseguenza nei prodotti realizzati con l'utilizzo del legno che fino ad oggi non sono tanto di comune conoscenza. Ritengo questo Convegno veramente straordinario perché è un Convegno di sistema. Noi italiani che siamo stati per tanti anni singoli, ci dobbiamo rendere conto che se con la globalizzazione non facciamo sistema, rimaniamo abbastanza isolati.

Alcune valutazioni su che cosa Federlegno fa per la selvicoltura - come diceva il mio amico Morucci, ricordando Franco Arquati, 15 anni fa, dobbiamo ricordare la sua lungimiranza per il recupero del bosco, che tanto si impegnò e che noi poi non abbiamo trascurato poiché ci sono dei volumi che sono stati fatti da Federlegno, uno sulla nuova economia del legno fra industria e energia e cambiamento climatico, un altro affronta il cambiamento climatico e il legno e non ultimo, all'Assemblea di luglio nella quale sono stato eletto Presidente della Federlegno, ne sono stato particolarmente orgoglioso perché rappresenta uno dei settori attivi per il nostro Paese. Potete immaginare come mi senta doppiamente orgoglioso perché da siciliano, nella cui terra, di industrie del legno ce ne sono poche, a rappresentare l'industria del legno al Nord e contemporaneamente rappresentare la Sicilia, è per me motivo di orgoglio particolarmente importante perché per anni noi abbiamo avuto la fama che la Sicilia era un'altra cosa. Si sta prendendo atto, non solo in Italia ma nel mondo, che i siciliani quando si cimentano probabilmente molte cose le sanno fare; e non mi venisse fatta l'accusa "Perché non è rimasto in Sicilia a fare la fabbrica"; perché purtroppo manca tutto quello che serve, come infrastrutture per la produzione di mobili; ma mandiamo avanti agrumi e turismo dove siamo molto più bravi. L'altro volume, fatto in occasione della mia Assemblea, è stato un rapporto ambientale, il primo, sull'energia, l'ecosostenibilità e il recupero.

Federlegno, viene vissuta sicuramente come una Federazione di 2500 associati che si preoccupano di produrre mobili. Noi da anni abbiamo dentro la nostra Federazione l'Edilegno, l'Assolegno, la Fedecomlegno, e dentro la trasversalità della federazione, l'attenzione per il recupero del bosco e la riforestazione è importantissima.

Non posso nascondervi che sono un po' emozionato, quando si è nella propria terra ci si emoziona anche a 65 anni. Credo sia opportuno dare alcuni numeri, perché non sono mai così comuni o scontati. Noi siamo i primi produttori al mondo di mobili di qualità, siamo i più grandi esportatori al mondo di mobili di design, al punto tale di esportare su 164 paesi per arrivare a 40 miliardi di fatturato, di cui il 40% dell'esportazione, malgrado non siamo produttori di legno - ecco perché sono particolarmente interessato a questo convegno come Presidente di Federlegno - perché noi in Italia di legno ne abbiamo bisogno - perché se senza legno riusciamo a fare la trasformazione che ci permette di avere nella bilancia dei pagamenti un attivo di 8 miliardi di euro, che non è una bazzecola per come va il nostro Paese, immaginate se avessimo un po' di legno in più di quello che abbiamo, anche perché per la posizione geografica del nostro Paese, si potrebbero estendere foreste su questi 1800 chilometri che vanno dalle Alpi a Lampedusa, per cui veramente credo che la presenza in questa sala di tante persone che si muovono attorno a quella che è la selvicoltura, la foresta, il legno sia particolarmente importante.

Non ultimo, perché direttamente collegato con il sistema Federlegno - sono stato Presidente per nove anni fino a due giorni fa della più grande fiera del mondo di mobili, il salone del mobile di Milano, che attira 340.000 visitatori da 160 paesi, 5000 giornalisti e televisioni da tutto il mondo e crea una dinamica economica per Milano e la Lombardia che senza il Salone del Mobile perderebbe la grande visibilità che oggi ha come città e come sistema Paese.

Questi dati, non servono a mettere sul tavolo delle positività che appartengono solo a noi, questi dati sono possibili grazie comunque all'attenzione che questo Paese mette per il legno che credo valga la pena potenziare ulteriormente ed è certo che in questi giorni di analisi e di studio si troveranno delle nuove formule, dei nuovi sistemi per rilanciare da noi l'attenzione al legno e non credo manchino le potenzialità. Del resto abbiamo avuto un incontro a Klagenfurt, quale mese fa per una fiera su legno; non dimentichiamo che negli ultimi 10 anni la materia prima che è aumentata meno è il legno, abbiamo sete di legno, siamo bravi a trasformarlo un modo particolarmente interessante da augurarci che questo aumenti notevolmente.

La disponibilità della Federazione è stata dichiarata con qualsiasi tipo di governo e di politica, abbiamo avuto il piacere di avere l'incontro a Conegliano, nella sede del Ministro Zaia, dove abbiamo posto un

promemoria su 15 punti, affinché si crei un tavolo di discussione, nel quale credo insieme all'industria, insieme al Ministero, gli esponenti di questo convegno debbano esserci, perché stiamo parlando del sistema Italia, uno dei più grossi elementi di positività del nostro Paese.

Non voglio dilungarmi molto, mi ha chiamato proprio una giornalista stamani mattina, per questo dramma sconvolgente dei soldi; sembra che con questa crisi delle banche noi non riusciamo più a sopravvivere. Non vorrei sembrare fuori tema, lascio a gente più capace ed esperta di me di parlare di selvicoltura, ma credo che convenga parlare un po' di economia. Noi non abbiamo alcun tipo di problema, a parte che le nostre banche sono piccole e di caos non ne hanno creato. Quando si diceva "piccolo è bello" ed era il successo dell'Italia, negli ultimi anni dire "piccolo non funziona più". Piccolo no, ma siamo già diventati medi, questo è molto positivo per il nostro Paese. Da un altro lato però, la difficoltà vissuta dalle medie imprese avrebbe potuto facilitare il fatto che esse venissero scalate o comprate da tutti quei signori che all'improvviso, chi per il petrolio, chi per un boom economico come la Cina, avrebbero potuto comprare tutto il sistema Italia nel quale ogni singola impresa non è tanto il fatturato che realizza, ma quello che produce, cioè creatività e genialità che non esiste in altri Paesi del mondo. Questa grande barriera, questo muro, grazie a Dio di cemento armato, è appunto la dimensione delle imprese italiane che ci dà la sicurezza che le nostre imprese non verranno comperate.

E poi non abbiamo un altro rischio che è quello dei soldi, cioè la "finanza facile", essendo noi un Paese di produttori, dove si vive di economia reale. Invece Paesi come America e Inghilterra che hanno sempre operato nella finanza, in questo momento hanno seri problemi.

Per chiudere non posso che ringraziarvi molto per l'invito che mi è stato fatto, non posso che tifare in modo straordinario perché questo Convegno si sviluppi nel migliore dei modi e che noi una volta per tutte ci mettiamo in testa che abbiamo una potenzialità sia singolarmente, quanto come sistema Mondo, perché la mia preoccupazione, sempre, venendo dalla gavetta – 50 anni fa facevo l'apprendista alla Rinascente di Catania – è quella che noi in fondo facciamo grandi regali a tutti i Paesi del Mondo, perché volendo poco bene a noi stessi produciamo meno di quello che potremmo produrre in termini anche di comunicazione. Grazie e buon proseguimento per il Convegno.

ANDREA CAMIA

Rappresentante della Commissione Europa, del Centro Comune di Ricerca di Ispra

Buongiorno a tutti. Permettetemi innanzitutto di ringraziare l'organizzazione del Congresso per avere invitato la Commissione Europea che oggi mi onora di rappresentare. La Commissione non può che vedere con favore e compiacersi del senso di apertura internazionale che viene dato al Congresso, che naturalmente si concentra sui boschi italiani e sui loro problemi, ma che non tralascia di inserire questi problemi in un contesto più ampio, comunitario e internazionale.

Peraltro, come anche chi ha parlato prima di me ha giustamente sottolineato, i grandi temi con cui oggi il mondo forestale è chiamato a confrontarsi devono necessariamente essere affrontati insieme, in modo coordinato, da soli non si va avanti. I temi sono tanti: biodiversità, cambiamenti climatici, desertificazione, gestione forestale sostenibile, settore forestale e competitività, energia, filiera legno, per citarne alcuni. Il senso generale di questo intervento è fare un quadro generale sulle attività della Commissione Europea in relazione ai temi forestali, in particolare sulla strategia forestale e sul piano di azione forestale dell'Unione Europea.

Ma questa è anche un'occasione per conoscerci. Con molti di voi ci conosciamo, ho lavorato per 15 anni nel mondo accademico forestale, poi sono entrato nella Commissione, lavoro al Centro Comune di Ricerca, Joint Research Centre, che è la seconda Direzione Generale per dimensioni della Commissione Europea, e che ha la missione di fornire supporto tecnico e scientifico alla concezione, sviluppo, implementazione e monitoraggio delle politiche della Commissione. All'interno del Joint Research Centre e del suo ruolo di supporto per le politiche comunitarie, il nostro gruppo in particolare si occupa di foreste.

Naturalmente non siamo i soli. Ci sono altre Direzioni Generali, e sono molte, che se ne occupano. Per prima la Direzione Generale Agricoltura, in particolare nell'ambito della politica di sviluppo rurale che per molti anni ha dominato la scena forestale, poi più recentemente la Direzione Generale Ambiente, dove c'è un gruppo che si occupa di foreste e di temi ambientali legati alle foreste, e quindi di cambiamenti climatici, biodiversità, protezione della natura, protezione del suolo. Tutte politiche in relazione con le foreste che la Commissione definisce e implementa attraverso queste Direzioni Generali.

Ma non dimentichiamo la DG Imprese con le industrie forestali, la filiera forestale, la competitività, la DG Energia con le politiche su energia e biomasse. Poi c'è la DG Ricerca, che il mondo accademico conosce bene, e che è particolarmente collegata al Centro Comune di Ricerca, condividendo lo stesso Commissario alla Ricerca.

Il Centro Comune di Ricerca collabora con le altre DG per dare input tecnico-scientifico alle politiche collegate alle foreste. Cerchiamo per questo di acquisire non solo le conoscenze, ma anche i dati necessari,

che credetemi, a livello europeo, sono ancora lontani dall'essere adeguati, non ultimo per il grosso problema della armonizzazione. Ogni Stato ha una profonda conoscenza della sua realtà locale ma quando ci troviamo ad affrontare questi problemi a livello comunitario ci troviamo effettivamente in difficoltà. Ed ecco l'importanza di Direzioni Generali come Eurostat, che ci affianca con le sue statistiche. Ci sono infine altre Direzioni Generali in qualche misura coinvolte e che cito velocemente: Commercio, Salute e Consumatori, Sviluppo, Allargamento e altre ancora. Le politiche interessate sono molte, politiche regionali, mercato interno, impiego e affari sociali, salute e protezione dei consumatori. Poi ci sono i processi internazionali, con gli impegni assunti dall'Unione, la cooperazione allo sviluppo, il commercio internazionale, le relazioni esterne. La situazione è quanto mai complessa.

Purtroppo, come sapete, l'Unione Europea non ha una politica forestale. Durante molti anni si è tentato di far convergere gli sforzi e collocare questi all'interno di una politica forestale Europea omogenea e integrata, ma non è stato fino a adesso possibile. Quindi sono diversi i temi, diverse le politiche che hanno una ricaduta sui problemi forestali e sulle politiche forestali dei singoli Paesi, ma manca una politica forestale comune. L'Unione non ha una politica forestale ma esiste una strategia forestale. Vediamo brevemente in cosa consiste. La strategia forestale dell'Unione, così come la conosciamo oggi, è stata adottata con il Consiglio Europeo del 15 dicembre 1998, ed è la base per coordinare le politiche forestali degli Stati membri e le politiche comunitarie collegate alle politiche forestali. Viene enfatizzata l'importanza della multifunzionalità delle foreste e della gestione forestale sostenibile, che è stata già più volte citata questa mattina.

L'elemento chiave di questa strategia è che la politica forestale rimane principalmente competenza degli Stati membri, e che l'Unione Europea può contribuire con politiche comuni, basate però sempre sul principio di sussidiarietà e sul principio della responsabilità condivisa. Altri elementi importanti di questa strategia si sono l'implementazione degli impegni internazionali assunti, e quindi partecipazione attiva in tutti i processi internazionali relazionati con le foreste, e poi naturalmente la necessità di migliorare il coordinamento, la comunicazione e la cooperazione, sia internamente alla Commissione, sia tra la Commissione e gli Stati membri, sia tra gli stessi Stati membri. Anche per questo quando è stata definita la strategia è stato dato un nuovo impulso al Comitato Forestale Permanente (lo Standing Forestry Committee) che è il luogo dove avviene concretamente il coordinamento di queste attività. Nell'ambito della Commissione è stato istituito l'Interservice Group on Forestry, dove i rappresentanti di tutti i servizi della Commissione che ho citato si incontrano con regolarità per aggiornamento e coordinamento delle attività in tema forestale.

Nel 2005, la Commissione ha presentato al Consiglio Europeo una comunicazione sullo stato di implementazione della strategia forestale comunitaria. Il quadro generale nel 2005 era cambiato rispetto alla fine degli anni '90: la Conferenza Ministeriale per la Protezione delle Foreste in Europa (MCPFE) con la risoluzione di Vienna, il Sesto programma di azione per l'ambiente, la riforma della politica agricola, ovviamente l'allargamento dell'Unione, non ultimo le risoluzioni di Göteborg e di Lisbona con la chiara dimostrazione che la gestione forestale sostenibile può contribuire alla crescita economica sostenibile e alla competitività. Il quadro di riferimento era cambiato ed era necessario ricollocare la strategia forestale dell'Unione. Per questo la Commissione ha proposto al Consiglio di mettere a punto un piano di azione che si prefiggesse di offrire un quadro di coordinamento delle azioni relative alle foreste a livello di Comunità e degli Stati membri. Si trattava di nuovo di un quadro di coordinamento delle azioni forestali, rimane questa dunque la necessità primaria. La redazione del piano di azione forestale è stato un processo che ha comportato un lavoro intenso da parte dei rappresentanti degli Stati, dei servizi della Commissione, dei rappresentanti di categoria, con gruppi di lavoro su temi specifici e con il coinvolgimento di gruppi di esperti. È stato un grosso processo partecipativo che ha consentito di realizzare un piano condiviso e mettere a punto una visione comune, riassunta con una frase che è all'inizio del piano stesso: "Le foreste per la società: multifunzionalità delle foreste nel lungo termine per il soddisfacimento di bisogni attuali e futuri della Società e quale fonte di reddito per la filiera forestale".

Il piano di azione forestale si articola in quattro obiettivi, tre dei quali riprendono le singole dimensioni della sostenibilità (economica, ambientale e sociale) con specifici riferimenti a competitività, ambiente e qualità della vita, mentre il quarto obiettivo è finalizzato al coordinamento e alla comunicazione. All'interno di questi quattro obiettivi vengono indicate 18 azioni chiave, che sono attuate congiuntamente dalla Commissione e dagli Stati membri avvalendosi di mezzi esistenti. Quindi non ci sono risorse finanziarie coinvolte, si tratta di mettere assieme gli sforzi con le risorse che abbiamo. Il piano fornisce sostanzialmente un quadro di coordinamento delle attività. Nel 2009 si farà una revisione intermedia e poi una finale nel 2012, con una relazione sull'attuazione del piano che la Commissione presenterà al Parlamento. Il Comitato Forestale Permanente ha avuto di nuovo un grosso e ulteriore impulso, incaricandosi del coordinamento nell'attuazione del piano tra gli Stati membri, e tra gli Stati membri e la Commissione.

Concludo trasmettendo un messaggio: nella grande diversità che caratterizza e che è anche la ricchezza dell'Europa, i grandi temi che hanno al centro del dibattito le foreste non possono più essere affrontati in modo isolato dai singoli Paesi, dobbiamo andare avanti insieme. Da parte mia l'auspicio che i lavori del Congresso costituiscano una pietra miliare nel cammino della conoscenza forestale e che venga ricevuto positivamente l'invito a una sempre maggiore partecipazione italiana nel dibattito forestale europeo ed internazionale. Grazie.

Onorevole Dott. Angelo Alessandri, Presidente della Commissione Ambiente, Territorio e Lavori Pubblici, Dott. Cesare Patrone, Capo del Corpo Forestale dello Stato, Dott. Michele Salvatore Lonzi, Comandante del Corpo Forestale della Regione Siciliana, Prof. Fiorenzo Mancini, Presidente dell'Accademia Italiana di Scienze Forestali, Dott. Rosario Messina, Presidente della Federlegno, Dott. Luigi Morucci, Presidente AFI, gentili signore, egregi signori, buongiorno. È mio grandissimo piacere ed onore rivolgermi a voi oggi, nella giornata mondiale del cibo, a nome del Dott. Jacques Diouf, Direttore generale dell'Organizzazione delle Nazioni Unite per l'Alimentazione e l'Agricoltura.

Vorrei parlarvi delle sfide che nei prossimi anni le foreste del mondo dovranno affrontare. Al vertice sulla sicurezza alimentare mondiale, sulle sfide dei cambiamenti climatici e della bioenergia che si è tenuto a Roma lo scorso giugno, ed alla recente riunione dei G8 in Giappone, la questione dell'aumento dei prezzi alimentari è stata affrontata anche in relazione ai cambiamenti climatici ed alla richiesta di energia.

La scorsa primavera i prezzi alimentari globali sono stati i più alti mai registrati dalla metà degli anni '70. Solo nel primo quarto del 2008 sono cresciuti di circa il 50% rispetto al primo quarto del 2007. Ne sono conseguiti disordini dovuti alla fame in trenta Paesi. È aumentato il divario tra ricchi e poveri, con impatti economici negativi soprattutto per i Paesi poveri. Secondo uno studio della Banca mondiale, a causa dell'aumento dei prezzi alimentari sono circa 35 milioni in più le persone malnutrite e circa 100 milioni in più quelle che vivono in povertà. Voi vi chiederete che c'entra tutto questo con le foreste. Bene, noi continuiamo a perdere 13 milioni di ettari di foreste in tutto il mondo, ogni anno, corrispondente al territorio della Grecia. Ciò porta non solo ad una perdita di biodiversità ma anche ad emissioni di gas serra nell'ordine di 1,6 giga tonnellate di carbonio che contribuisce fino al 17,4% alle emissioni globali di gas serra e dunque ai cambiamenti climatici. La perdita di foreste è principalmente dovuta al disboscamento e alla conversione di foreste ad altri usi come l'agricoltura o la pastorizia. La crescente domanda di cibo non farà altro che aumentare la pressione sulle restanti foreste affinché siano convertite ad uso agricolo o a colture di biocarburanti. Mentre in Nord America e in Europa, inclusa l'Italia, si assiste a una crescita dell'area forestale netta, in America Latina, in Africa e in alcune regioni dell'Asia e del Pacifico, l'area di foreste netta invece è in forte diminuzione. Queste sono le zone del mondo dove è previsto un maggiore incremento demografico. Entro il 2050 si stima una crescita di 9 miliardi della popolazione mondiale, soprattutto nei centri urbani delle regioni tropicali. Secondo il quarto rapporto di valutazione dell'IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change, le regioni tropicali saranno più seriamente colpite dai cambiamenti climatici rispetto alle regioni temperate e boreali e la produzione agricola diminuirà in molte aree.

Già da ora 850 milioni di persone su una popolazione mondiale di 6 miliardi va a letto digiuna ogni notte. Per dare da mangiare a una popolazione sempre crescente, sarà necessario, tra l'altro, produrre più cibo, il che significa che più terreno dovrà essere destinato all'agricoltura.

La crescita dei prezzi petroliferi, la preoccupazione per le emissioni di gas serra prodotte dall'utilizzo di combustibile fossile e il desiderio di sicurezza energetica hanno condotto a una crescente richiesta di carburanti prodotti da colture agricole come la canna da zucchero, la soia, i semi di colza, l'olio di palma, ma anche da mais e grano.

L'aumento della domanda di terreni da dedicare sia a colture alimentari che energetiche si ripercuoterà sulle foreste in particolare delle zone tropicali e la già forte pressione sulle foreste tropicali aumenterà attraverso il disboscamento illegale e conseguente degrado e attraverso la conversione legale e illegale dei terreni ad altri usi.

Anche se siamo obbligati a convertire più foreste per coltivare prodotti alimentari e energetici non dobbiamo perdere di vista i molti ruoli che esse svolgono: forniscono prodotti forestali legnosi e non legnosi e combustibile. Attualmente la metà degli alberi globalmente abbattuti viene trasformata in bioenergia. Le foreste svolgono un ruolo importante per ciò che riguarda la biodiversità e le risorse genetiche e nel fornire cibo e prodotti medicinali per le future generazioni. Non dimentichiamo che le foreste contribuiscono alla qualità dell'aria, offrono spazi per attività ricreative, regolano il ciclo dell'acqua, sequestrano e immagazzinano carbonio, attenuando così i cambiamenti climatici. Ed ultimo, ma non meno importante, le foreste forniscono cibo per oltre 450 milioni di persone in tutto il mondo. I vari modi di utilizzo del territorio dovranno essere vagliati al fine di trovare un equilibrio tra le esigenze della società, il ruolo a lungo termine delle diverse funzioni forestali.

Finché non affrontiamo i temi dell'energia alimentare e delle foreste in modo globale e integrato e ci impegniamo in una pianificazione territoriale integrata, la sopravvivenza delle foreste tropicali potrebbe essere più che mai in pericolo negli anni futuri.

Tuttavia ci sono anche delle buone notizie. Nell'Agenda dei cambiamenti climatici internazionali, temi come la riduzione della deforestazione e del degrado forestale e la promozione della gestione sostenibile sono ora più che mai all'ordine del giorno. Spetterà a noi, il settore forestale, di convincere i nostri negozianti nazionali che si occupano di cambiamenti climatici, a sostenere l'inclusione di queste importanti questioni forestali negli accordi climatici post 2012.

Cari colleghi, cerchiamo di essere più proattivi di quanto non lo siamo stati in precedenza durante la negoziazione del protocollo di Kyoto nel considerare il ruolo cruciale del settore forestale nel mitigare gli effetti dei cambiamenti climatici.

Cari colleghi, prima di terminare permettetemi di invitarvi tutti alla Settimana Europea delle Foreste che è stata organizzata per la prossima settimana a Roma congiuntamente dalla FAO, dalla Commissione economica per l'Europa, dalla Conferenza ministeriale per la protezione delle foreste dell'Europa e dalla Commissione europea ed in collaborazione con la Presidenza dell'Unione europea di Francia. Benvenuti a tutti, mille grazie.

FIorenzo Mancini

Presidente Accademia Italiana di Scienze Forestali

Signor Sindaco e padrone di casa, Autorità tutte, chiarissimi Colleghi, signori Accademici, Signore e Signori, carissimi studenti, porto a tutti loro il cordiale saluto e l'augurio sincero di pieno successo di questo Congresso Nazionale da parte dell'Accademia Italiana di Scienze Forestali che ho l'onore di presiedere. L'Accademia si è fortemente impegnata nell'organizzazione di questo evento e i risultati si vedranno. L'Accademia è particolarmente grata al Signor Presidente della Repubblica Giorgio Napolitano che ha voluto concedere il Suo Alto Patronato al nostro Congresso.

Il Comitato scientifico che ho presieduto, ma che ha avuto la prestigiosa guida e il fattivo, pertinace impegno del Vice Presidente Orazio Ciancio, ha predisposto il programma che avete tra le mani.

Il Consiglio scientifico, esprimendo la sua gratitudine a Orazio Ciancio, gli ha voluto affidare, unanime, la odierna prolusione.

Prima di lasciare la parola consentitemi un brevissimo pensiero.

Il suolo è un personaggio intraprendente, dinamico, alquanto misterioso. Intrattiene cordiali rapporti con molte sue amiche, la campagna coltivata, la prateria ma soprattutto una bella schiera di foreste.

Per quel che riguarda l'Italia quelle alpine d'alta quota con cembri, larici e abete rosso e la sottostante pecceta, quasi pura, spesso gli hanno dato più che altro dispiaceri inacidendolo sicché oggi si ritrova podzolizzato. Diverso è il dialogo con le altre. Siamo oggi nel cuore del Mediterraneo e vi dirò di qualche dialogo, non certo così elegante come quelli di leopardiana memoria, che sono riuscito a captare.

La prima conversazione è con la pineta di laricio, talora maestosa plurisecolare, altrove bella cinquantenne, ottimo risultato dei rimboschimenti postbellici.

Dice il suolo: "Sono contento, con le tue chiome, con la lettiera che ogni anno mi regali, insieme riusciamo ad immagazzinare gran parte delle acque piovane e della fusione delle nevi sicché l'erosione idrica è quasi cessata. Ti ringrazio dunque e ti assicuro che queste acque te le restituirò quando ne avrai bisogno nella prossima primavera così crescerai sempre più bella. Sono un po' geloso – dice sempre il suolo – di Francesco Iovino che ti studia con amore, ma con soddisfazione ti posso dire che anche la torrenzialità è molto diminuita quindi rivi e ruscelli fluiscono con le loro limpide acque ben più a lungo che pria".

Altri dialoghi sono riuscito a cogliere con le foreste di latifoglie sia decidue che sempreverdi. Ho sentito una bella querceta, ricca anche di aceri e frassini, affermare con un certo sussiego: "Ma ti rendi conto di come e quanto ti favorisco, ti proteggerò in estate e in autunno dall'azione battente della pioggia e dall'eccesso di evapotraspirazione. Poi ti regalo ricche foglie e altro che tu accogli ed elabori".

"Sono d'accordo – replica il suolo – e felice di quanto mi doni così divento sempre più fertile e ricco di attività biologica ma anche tu ne fruisce con l'andare del tempo e mi lasci però un po' scoperto nell'inverno e all'inizio della primavera quando sei spoglia di fogliame. Va detto che noi due diventeremo sempre più belli e più utili all'uomo che non sempre ci rispetta e spesso non ci conosce".

L'ultimo scambio di idee si è svolto tra il suolo e la foresta di specie sempreverdi dal maestoso elce, ai vigorosi lauri, al simpatico corbezzolo, all'alaterno, al lentisco.

Il suolo era soddisfatto e affermava: "non c'è dubbio che tu, cara silva mediterranea, mi proteggi molto bene, ognuna delle tue specie mi restituisce il suo fogliame in epoca diversa, in estate il leccio, e anche l'alloro. Son foglie e ramoscelli ben più legnosi di quelli delle latifoglie decidue e solo lentamente le posso digerire e trasformare in humus dei primi miei orizzonti". "Va là" – conclude la silva – "che insieme facciamo un buon lavoro e sarà bene che in tutto il Mediterraneo si capisca alla fine quanto prezioso è il nostro contributo per migliorare la qualità della vita delle presenti, ma soprattutto delle generazioni a venire".

Questo vi volevo riferire dei dialoghi ascoltati, illustri Signori, cari Amici, perché abbiate presente nel vostro quotidiano operare quanto il meraviglioso sistema bosco e suolo sia importante per noi e per i nostri figli.

Autorità civili e militari, Presidente della Commissione Ambiente della Camera, Signor Assessore all'Agricoltura Prof. Giovanni La Via, un pensiero particolare va al Presidente Ivan Lo Bello, la cui moglie ha avuto un piccolo incidente e che si scusa, ma Confindustria è qui presente.

È con immenso piacere che rivolgo il benvenuto a tutti i partecipanti di questo Terzo Congresso Nazionale di Selvicoltura di Taormina. Questo Terzo Congresso che a dieci anni di distanza dal precedente tenutosi a Venezia, allarga i propri orizzonti territoriali all'Europa, al Mediterraneo, alle organizzazioni di rilevanza internazionale.

Così mi sia consentito rivolgere un saluto particolare di benvenuto ai rappresentanti dell'Unione Europea, dei Paesi della sponda del bacino del Mediterraneo e della FAO.

Questo Terzo Congresso fermamente voluto dal Comitato organizzatore, *in primis* dal Capo del Corpo Forestale dello Stato Ing. Cesare Patrone che è qui presente e che saluto affettuosamente, si pone nella continuità e nella contiguità delle politiche che con impegno abbiamo avviato proprio con il Corpo Forestale dello Stato e con la Regione Autonoma della Sardegna. Abbiamo con l'organizzazione di questa terza edizione, voluto riaffermare l'importanza della collaborazione scientifica e organizzativa per la tutela e la valorizzazione dell'ambiente e della selvicoltura in particolare. In un periodo di forti spinte al federalismo abbiamo creduto che dovesse rimanere comunque saldo il legame che unisce Stato e Regione, legame che trova nella difesa condivisa del territorio rurale le necessarie e indispensabili strategie e risorse umane e finanziarie comuni.

Il Corpo Forestale della Regione Siciliana, istituito nel 1972, del quale mi onoro di aver assunto il comando dal 2007, ha di fatto rilevato *in toto* i compiti che prima erano propri dell'originaria struttura statale e ha assunto l'onere della salvaguardia di un patrimonio di cultura, di natura e risorse umane che è e deve continuare e rimanere un'identità dell'intera Nazione.

In questo federalismo *ante litteram*, proprio della nostra Regione a statuto speciale, non si è tenuto però, credo, conto dell'enorme mole di responsabilità e compiti che sono transitati alla Regione Siciliana con il conseguente pericolo di sottovalutare problematiche di rilievo nazionale che insistono su un tassello di questa Italia, famosa nel mondo anche per le sue bellezze paesaggistiche mediterranee.

Mi riferisco così alla significativa mole di risorse umane e finanziarie che la Regione Siciliana ha messo in campo e continua a mettere in campo ogni anno con notevole incidenza sul proprio bilancio per il contrasto alla lotta agli incendi boschivi, al dissesto idrogeologico, alla desertificazione, a tutti quegli eventi che attentano all'integrità del territorio.

Il federalismo delle regioni, oggi di attualità nel dialogo politico e istituzionale, a mio parere dovrebbe essere accompagnato da quel principio di sussidiarietà economica e non solo, dello Stato per far fronte alle grandi sfide che riguardano l'ambiente, il patrimonio comune della Nazione e delle popolazioni tutte. Non senza un pizzico di nostalgia è forse opportuno ritornare con il pensiero ai giorni della nostra Costituzione, allorché si pensò ad un'Italia unita che avesse come parte integrante della propria carta costituzionale proprio lo Statuto della Regione Siciliana, autonoma e speciale. Quindi il principio del federalismo era già insito in questo nostro Statuto. Questo riallacciato dialogo con il Corpo Forestale dello Stato ci ha portato così ad organizzare, unitamente all'Accademia Italiana di Scienze Forestali e con la collaborazione di altre autorevoli istituzioni, questo prestigioso III Congresso Nazionale di Selvicoltura e a intraprendere un percorso che mi auguro porterà notevoli e fruttuosi impegni di rilevanza nazionale anche in terra di Sicilia.

Dai risultati di questo Congresso mi auguro possa emergere forte, anche attraverso la prevista mozione che ne concluderà i lavori, la voglia di rilanciare la selvicoltura, quale comparto principale per la salvaguardia dell'identità territoriale e dello sviluppo produttivo. Sviluppo che trova nella forestazione a finalità produttiva un valido riscontro, come dimostrano le positive esperienze in materia della Federlegno, che ringrazio della presenza, e che sta a testimoniare che il comparto del legno, se organizzato per filiera e supportato adeguatamente con le necessarie infrastrutture e servizi può realmente rappresentare un fattore di sviluppo dei nostri territori.

Fra questi servizi necessari allo sviluppo è certamente quello rivolto a garantire le imprese dai condizionamenti di criminalità organizzate, servizio questo che Stato e Regione sono chiamati ad operare di concerto, secondo quel principio di sussidiarietà che non può non trovare spazio, come dicevo, in una dimensione federalistica dello sviluppo. Felice esempio di ciò è altresì rappresentato dal progetto PON sicurezza per lo sviluppo, all'interno del quale il Corpo forestale ha già presentato innovativi progetti rivolti a garantire con i propri uomini e con i propri mezzi le attività delle imprese nel territorio rurale che ricordiamoci un pò tutti, è i due terzi del territorio, quindi gran parte del territorio. Il poter prefigurare pertanto una collaborazione sussidiaria fra pubblico e privato per la salvaguardia del territorio e la sua valorizzazione produttiva, penso sia la strada maestra da seguire per il futuro.

Pensare ad esempio ad assegnare al consorzio di privati o pubblici, terreni abbandonati con i conseguenti altissimi di rischi di incendio connessi, alla presenza di materiale secco, ad alto potere combustibile e ai fenomeni di desertificazione e dissesto, ritengo sia una possibile soluzione da indagare, sulla quale orientare

decisamente gli aiuti che la presente programmazione comunitaria ci pone e ci porrà in essere. In tale direzione potrebbe validamente operare in campo nazionale una legge un po' dimenticata, una legge dello Stato, la 440 del 1978, riguardante il recupero produttivo delle terre incolte o abbandonate o insufficientemente coltivate, anche al fine della salvaguardia degli equilibri idrogeologici e della protezione dell'ambiente, legge che il legislatore regionale, vorrà presto prendere in considerazione per emanare le relative norme di attuazione.

Programmazione delle risorse comunitarie, nazionali e regionali, che rappresenta per tutte le regioni e in particolar modo per quelle dell'obiettivo 1, un'opportunità da non perdere per concentrare decisamente le risorse umane e finanziarie su quei settori in grado di innescare un reale sviluppo fondato sull'identità territoriale e culturale.

In questo percorso di sviluppo non è da sottacere – anche qui sono certo che i risultati della specifica sessione di questa Conferenza di Taormina mi saranno di conforto – l'importanza assunta dalla forestazione a finalità energetiche sia per i positivi e evidenti risvolti ambientali connessi con l'impegno di Kyoto, che forse e soprattutto per la vitalità sociale ed economica di quei territori che sono realmente ai margini dello sviluppo e sono a rischio di abbandono. La presenza poi di illustri personalità in rappresentanza della FAO, della Commissione europea e dei Paesi della sponda sud del Mediterraneo, mi induce a suggerire sommessamente, di ricercare quelle possibili sinergie che il Parlamento europeo e il Consiglio hanno prefigurato con il regolamento 1082 del 2006 relativo ai gruppi europei di cooperazione territoriale, gruppi di cooperazione europea che possono altresì accogliere al loro interno i Paesi terzi; forse anche questa potrebbe essere la sfida che parte da qui, da Taormina: porre le basi per un gruppo rivolto alla salvaguardia degli ecosistemi forestali.

Temi tutti questi che ho velocemente toccato e che non a caso trovano riscontro, illustri Congressisti, in questi sessioni di lavoro che vi apprestate ad avviare. Termino pertanto questo mio breve intervento e spero fermamente che sia apprezzato anche per gli spunti che ho lanciato, augurando a tutti voi qui presenti un proficuo lavoro e un piacevole soggiorno.

CESARE PATRONE

Capo del Corpo Forestale dello Stato

Ringrazio le strutture e le istituzioni che hanno consentito la realizzazione di questo importante Congresso, il Ministero delle Politiche agricole alimentari e forestali, il Ministero dell'Ambiente e, naturalmente, la Regione Siciliana.

Porto i saluti del Ministro Zaia, che oggi, in occasione di un'importante operazione per la tutela della salute condotta dal Corpo Forestale in Campania, ha voluto essere vicino ai forestali anche per spiegarne il significato alla stampa.

Ringrazio l'Accademia Italiana di Scienze Forestali, ringrazio il mondo produttivo, il mondo scientifico, l'Assessore La Via, il Direttore del Corpo Forestale della Regione Siciliana, il Dottor Lonzi e soprattutto ringrazio il Presidente della Commissione Ambiente che nonostante questi momenti di forte impegno politico e istituzionale ha voluto essere qui per dimostrarci la sua vicinanza.

Il Corpo Forestale dello Stato, riformato con la legge 36/2004, in relazione alle foreste svolge importanti compiti ai quali accenno velocemente: la vigilanza e il controllo sull'attuazione delle convenzioni internazionali, i controlli derivanti della normativa comunitaria in materia agro-forestale, la tutela e la salvaguardia delle riserve naturali statali, le attività di studio connesse in particolare alle foreste, l'attività di supporto al Ministero delle Politiche agricole alimentari e forestali per le problematiche riconducibili al settore forestale.

Il Corpo Forestale inoltre esercita un capillare controllo sul territorio con particolare preparazione tecnico scientifica documentata dal fatto che sta realizzando l'inventario forestale nazionale, del quale siamo stati i precursori, visto che il primo inventario risale al 1985, quando ancora non si parlava di Protocollo di Kyoto. Siamo impegnati nel controllo degli ecosistemi forestali con il CONECOFOR, nel censimento degli alberi monumentali, nella difesa dei boschi dagli incendi.

Con l'Accademia Italiana di Scienze Forestali abbiamo anche lavorato per l'individuazione di una metodologia per la stima del danno provocato dagli incendi, uno studio molto interessante nel quale la cultura forestale fa delle riflessioni senza dubbio rivoluzionarie.

Già nel 1877 la legge del castagno introduce il danno pubblico, in un'epoca in cui c'era una visione patrimonialistica della proprietà, quindi del bosco. Questo è prova che in realtà il mondo forestale ha sempre evidenziato la valenza pubblicistica del bosco che solo a partire dagli anni '80 è stata delineata da alcune leggi, come ad esempio la legge 349/86 ed in particolare l'art. 18, introducendo il discorso del danno ambientale. Solo allora la giurisprudenza ha recepito la valenza pubblicistica del bosco privato ed ha quindi previsto la possibilità per lo Stato di costituirsi parte civile quando si configuri un danno ambientale, a prescindere dalla proprietà. Ecco allora la legittimazione del Corpo Forestale, in qualità di moderna forza di polizia ambientale, ad irrompere in una materia che per sua natura, anche nel bosco di proprietà privata, è

pubblicistica. Allora, ferme restando le teorie scientifiche, già alcuni anni fa il Corpo Forestale, grazie alla genialità del Dr. Alfonso Alessandrini, allora Direttore Generale, anche in profondo conflitto con il mondo scientifico, ha introdotto un concetto di valore del bosco che si rivela di particolare attualità

L'estensione dei boschi è aumentata, tuttavia il 40-50% del territorio boscato è abbandonato, non è gestito, e l'attuale cultura della tutela ambientale fondamentale è una cultura dell'abbandono, mentre noi esperti di bosco sappiamo che sicuramente con la cultura dell'abbandono non andiamo da nessuna parte.

L'aspetto gestionale non è particolarmente curato. Allora ritengo che per poter veramente partire con un discorso serio di rinnovamento, anche attraverso la nuova selvicoltura e la nuova cultura scientifica, c'è bisogno di ribadire che la cultura dell'intervento è la più giusta, soprattutto in un Paese come l'Italia che è un Paese costruito, il Paese del paesaggio, il Paese della costruzione del paesaggio, dove evidentemente è necessaria una rivisitazione normativa, perché laddove l'ente locale non interviene probabilmente il sistema Stato-Regione può essere il migliore per poter intervenire sul bosco. Caro Presidente, tante volte sono stato convocato dalle Commissioni ambiente per parlare di incendi, di discariche, di tante altre cose, mai il Capo del Corpo forestale in questi anni è stato convocato per parlare di boschi. Ritengo che questa attenzione organica da parte di tutte le Istituzioni affinché Stato e Regione lavorino veramente insieme per una nuova cultura interventista del bosco sia la strada che noi dovremmo cominciare a intraprendere. Grazie.

ANGELO ALESSANDRI

Presidente della Commissione Ambiente della Camera dei Deputati

Buongiorno, vi ringrazio soprattutto per l'invito, perché il tema è serio e importante, e al tempo stesso uno di quei temi che la politica di solito, quando parla lo ritiene serio e importante, quando deve fare gli atti conseguenti lo ritiene superfluo e inutile. Questo ce lo dobbiamo dire già di partenza se non ci capiamo su cosa dobbiamo fare.

Tutti si riempiono la bocca di sviluppo sostenibile, di ecosistema, biodiversità, sono tutte belle parole, i cambiamenti climatici sono importantissimi se non tutti moriamo, poi però quando si porta in Parlamento, un progetto di legge rimane in un cassetto per 15 anni, quando si fanno le audizioni si rischia che tutti le chiedono, ma poi non vi partecipa nessuno, questi sono i segnali gravi che la politica sta dando in questo momento. Raccolgo l'invito di Patrone, che divisi non andiamo da nessuna parte, ma se ci mettiamo insieme, con un obiettivo comune, si può costruire tantissimo. Forse questo è il messaggio nuovo, di fiducia al territorio che dobbiamo dare.

Il fatto che col federalismo, venga realizzato questo convegno in una regione come la Sicilia, io ho avuto la fortuna con il figlio di Alessi, di guardarmi attentamente lo Statuto siciliano e devo dire che è qualcosa di notevole su cui tutti dovremmo riflettere, poi però prima facevo una battuta, come su tante cose la Sicilia è all'avanguardia, ma poi non le applica queste cose. Ora bisogna che capiamo come poter fare le cose in maniera concreta perché poi è questo quello che conta alla fine. Mi ritengo un politico concreto, mi piacciono poco le chiacchiere e mi piace vedere cosa dobbiamo fare domani, dopodomani, e guardando anche avanti di 10 anni.

Durante la lettura della novella del Prof. Mancini, onestamente pensavo a qualcosa di più prosaico, a un film rilanciato da un libro di Tolkien, "Il Signore degli Anelli", nel quale però c'era un messaggio, che credo tutti quelli che hanno visto il film hanno raccolto. C'era il bosco, la pianta, che si era dimenticata dell'uomo e l'uomo si era dimenticato della pianta. Le piante ormai vivevano da sole, dormivano, non c'era più un'interazione, però di fronte alla possibilità che venga distrutto il mondo, due ragazzini chiedono alle piante di darsi da fare un'altra volta, per andare a riprendere il territorio insieme. E mi venivano in mente le immagini che ho visto qualche mese fa quando sono andato a celebrare, purtroppo, l'anniversario degli incendi boschivi dell'anno scorso a Peschici, questa desolazione di una natura morta, di alberi bruciati, di persone che hanno perso la fiducia di continuare a piantare il seme della vita, che sono poi le piante che ci attorniano, che ci danno l'aria, che catturano la CO₂, che ci danno opportunità di lavoro, sono tutte cose giustissime ma poi bisogna fare in modo che diventino prioritarie.

Credo vada ricostituito un rapporto fra la politica, uomo e ambiente, ambiente inteso come bosco, come terra, come fiumi, come mare, inteso come vivibilità e sviluppo sostenibile.

Credo si possa fare tantissimo e credo sia utilissimo quello che state facendo oggi, a dieci anni di distanza dal II Congresso, e lo fate in una condizione ottimale, perché, o ci diamo una svegliata adesso, o questo Paese lo perdiamo. Perché c'è rimasto davvero poco, non ci sono più tanti decenni da stare ad aspettare. In questi giorni stiamo discutendo a livello europeo sul 20+20, il protocollo di Kyoto, l'Italia che ha l'esigenza di rivedere questi parametri, perché non scordiamoci che l'ambiente ha un valore assoluto ma viene tutelato laddove c'è benessere, dove il benessere sparisce spesso l'ambiente diventa un valore secondario. Questo è un Paese che è cresciuto molto, ha avuto benessere, si è dotato di una sensibilità ambientale importante, che per certi versi ha fatto anche scuola, e ora rischiamo che in un momento di crisi industriale, sociale, economica, bancaria finanziaria – e chi paga di più purtroppo sono le famiglie – l'ambiente diventi l'ultimo

dei valori. Facciamo in modo di mettere dei paletti adesso. Ci sono la 440, la 394, la 152, tante opportunità a livello legislativo sulle quali mettere mano e cominciare a costruire un futuro. Questo è un Paese che di fatto ha un 35% di bosco nel territorio nazionale, un 15-16% è parco. Ragioniamo anche cosa vogliamo fare dei parchi, se non ragioniamo di questo rischiamo di trovarci con dei parchi che hanno la logica dell'abbandono e la logica dell'abbandono porta alla disantropizzazione, vuole dire che la gente scappa e questo è il frutto purtroppo di un ambientalismo degli ultimi anni per il quale l'ambiente era la foresta chiusa, non ci doveva essere interazione con l'uomo, con il contadino, con chi puliva. Ricordo che dalle mie parti, una volta erano i contadini che facevano il grosso del lavoro, pulivano i fossi, aravano la terra, controllavano, non c'erano frane, non c'era dissesto idrogeologico, era un territorio che noi stessi contribuivamo a tenere tutelato e la natura ci dava una mano a farlo. Oggi noi stiamo abbandonando il nostro territorio e questo ci sta punendo in maniera grave. Ci sono i problemi delle frane, degli incendi, non dimentichiamo che è un Paese che ha bisogno di essere tutelato. Credo che l'assistenzialismo fine a sé stesso non serva a niente, l'abbiamo fatto per troppo tempo e questo deve finire. Ci vuole sicuramente l'attenzione, Zaia ricordava in questi giorni che bisogna partire dalla legge sulla montagna che tra l'altro a livello europeo è un'ottima legge. Cosa dice questa: io pago il contadino perché rimanga in montagna in condizioni disastrose a coltivare la terra, ma lui in cambio mi tiene il territorio. E allora poi c'è interazione con le forze specifiche, i forestali, i vigili del fuoco, le province, la regione, tutti quanti uniti a cercare di salvare qualcosa che ci sta scappando di mano. Se è vero che il bosco è nostro figlio, il bosco, la terra, il territorio, penso che non si possa lasciare dentro un bidone della spazzatura e dimenticarlo. Se è nostro figlio bisogna cominciare a pulirlo, dargli un futuro, investire risorse, dedicargli tempo, fare quello che non stiamo facendo. In questo momento io rappresento la politica – ho parlato anche per conto di Stefania Prestigiacomo, che vi saluta – siamo impegnati su mille fronti. La politica spesso fa l'errore di decidere dall'alto, nella migliore delle ipotesi perché non conosce bene il territorio, nella peggiore perché ci sono degli interessi. Voglio sciogliere la seconda perché è ora di finirla con gli interessi, cominciamo a capire che la politica spesso non ha le cognizioni di chi vive il territorio, di chi lo conosce, di chi deve prevedere un piano agronomico o strutturale importante, non può essere un politico a fare questo. Mi auguro che da Taormina esca una sintesi importante su quelli che sono i malanni che più o meno conosciamo, ma ci dicitate quali sono le medicine e non ce ne dicitate troppe. Voi che siete gli operatori del settore dovete dirci: guardate ci sono due o tre strade che si possono imboccare, poi toccherà alla politica assumersi le responsabilità, con le due o tre strade che avete suggerito, di fare la sintesi e di fare il suo mestiere. Se vogliamo che ci sia un ritorno fra la natura e l'uomo e anche fra l'uomo e le istituzioni, le istituzioni e la politica, bisogna fare in modo che tutti facciano egregiamente il loro dovere, perché credo che in questo Paese, almeno da qualche secolo, non lo stiamo facendo.

Credo che il futuro che vogliamo dare ai nostri figli, ai nostri nipoti, non lo dobbiamo scrivere guardando solo il presente perché il presente è fatto di incertezze, lo dobbiamo scrivere anche guardando al passato, a quello che ci hanno insegnato i nostri padri e i nostri nonni, ritornare un po' indietro e rifare quello che ci siamo scordati di fare.

SALVATORE BARBAGALLO

Presidente della Conferenza Permanente delle Facoltà di Agraria Italiane

Autorità, cari colleghi e amici, è con vivo piacere che porto i saluti della Conferenza Italiana dei Presidi delle Facoltà di Agraria Italiane e in particolare della Facoltà di Agraria della Università di Catania. Desidero esprimere le più vive congratulazioni agli organizzatori del Congresso per il programma di elevato contenuto scientifico predisposto, assieme al più vivo compiacimento per avere scelto la Sicilia quale sede di tale prestigioso appuntamento. Esprimo inoltre il più vivo apprezzamento al Dipartimento delle Foreste della Regione Siciliana e in particolare al suo Dirigente Generale Dott. Michele Lonzi per l'impegno profuso nella organizzazione del Congresso, testimonianza dell'interesse che l'Amministrazione Regionale pone per la valorizzazione del patrimonio forestale dell'Isola.

La numerosa presenza di autorevoli rappresentanti degli enti di ricerca, istituzioni universitarie, rappresentanti politici, giovani ricercatori rappresenta un evidente segno dell'importanza che tutti noi oggi presenti assegniamo a questo importantissimo evento scientifico.

Il Congresso si svolge in un momento di profonda trasformazione e di grandi innovazioni all'interno dell'Università italiana. Le Facoltà stanno lavorando alla modifica e, auspicabilmente, alla semplificazione degli ordinamenti didattici. Pertanto i contenuti scientifici e i risultati di questo Congresso assumono una grande importanza anche per orientare le Facoltà di Agraria nella definizione di obiettivi formativi e contenuti disciplinari.

Desidero inoltre evidenziare l'importanza di numerosi temi in programma anche per le interrelazioni con altre aree disciplinari. Sicuro che i contributi scientifici degli illustri colleghi italiani e stranieri consentiranno un avanzamento delle conoscenze utile anche per la valorizzazione del patrimonio forestale italiano, auguro a tutti i partecipanti un buon lavoro e un piacevole soggiorno nella nostra Sicilia.

Buongiorno a tutti, è per me motivo di grande soddisfazione e compiacimento poter portare il saluto della Regione e del suo Presidente che mi delega a ringraziarvi per la vostra partecipazione, per la vostra organizzazione.

Il mio saluto e il mio compiacimento perché avere nella nostra Sicilia, nella nostra Taormina, nella perla del nostro turismo, che caratterizza la bellezza della nostra Regione nel Mediterraneo e nel Mondo, avere la possibilità di vivere questo momento così significativo, questo III Congresso Nazionale di Selvicoltura è motivo per noi di grande orgoglio, ma anche motivo di ringraziamento, perché già gli interventi, anche se di saluto, che ho ascoltato, sono indicativi di un concetto che credo ci debba guidare. Il concetto che oggi deve sempre di più maturare e diventare patrimonio comune è che l'ambiente è preconditione dello sviluppo, senza un'adeguata attenzione all'ambiente, a uno sviluppo serio e sostenibile non c'è futuro.

Concetti abbastanza elementari, fino a pochissimi anni fa purtroppo sono stati calpestati; oggi, in un momento di grandissima difficoltà che il mondo occidentale nel suo complesso attraversa, per i fatti che ogni giorno sentiamo, per le conseguenze economiche-finanziarie a cui faceva riferimento il Dott. Martinelli, che devono comunque guidare la nostra capacità nella difficoltà di sapere comunque trovare risorse per andare avanti, deve trovare da parte di tutti noi una logica, quella dello stare insieme e quella della collaborazione in una logica di sussidiarietà, a seconda delle competenze, a seconda delle vicinanze con il territorio.

Ma questo III Congresso è stato organizzato attraverso una collaborazione dello Stato con la Regione, a questo III Congresso hanno partecipato il Ministero dell'Ambiente – che lo ha cofinanziato – assieme al Ministero dell'Agricoltura e alla nostra Regione. Il Corpo Forestale Nazionale, al di là di essere ormai soggetto distinto dal Corpo della Forestazione Regionale, ormai autonomo dal 1972, vive e deve vivere di questa collaborazione, guai se questa collaborazione non fosse arricchita dalle competenze dell'Accademia italiana di scienze forestali e che non fosse ulteriormente aiutato da tutto quello che è in campo oggi sotto il profilo delle personalità del mondo accademico e scientifico, della FAO, della Comunità Europea, dei Paesi che si affacciano sul Mediterraneo, che certamente è malato, che certamente ha problemi, che deve essere salvaguardato.

Qualche direttrice da seguire l'abbiamo, qualche linea da seguire è già stata tracciata, al di là di quelle che in maniera ancora più precisa saranno poi espone e riassunte in una mozione che dovrà essere la nostra stella polare sulla quale muoverci per sperare di fare meglio.

Io sono convinto che – ho ascoltato, ho sentito, qualcuno mi ha spiegato – ovviamente in questo caso sono concetti abbastanza elementari, ma purtroppo più semplici sono le cose più l'uomo si affanna per renderle complicate.

È chiaro che se un terreno è incolto, abbandonato, è più facile che diventi *res nullius*, facile occasione dell'incendio, facile occasione di tutti quei processi di desertificazione o di quelli che possono poi comportare conseguenze ulteriori conseguenze sul piano geologico, idrogeologico, sul piano complessivo della capacità di questo sviluppo. È troppo chiaro che una collaborazione fra pubblico e privato è fondamentale. È chiaro che questa collaborazione deve essere appetibile anche nei confronti del privato, il quale deve cogliere l'opportunità e la convenienza, così come alcune esperienze ci hanno insegnato, mi riferisco alla Federlegno e ai rapporti con la Confindustria. Mi riferisco alla possibilità di potere, anche in questo caso, pensare a una forestazione che abbia finalità energetiche, mi riferisco alla possibilità di utilizzare bene e a fondo le risorse comunitarie, non soltanto sotto il profilo dell'attività imprenditoriale, ma anche sotto quello della sicurezza. Ma tutte queste cose vivono di questa capacità di dialogare, di stare insieme, di questa capacità che deve essere una direttrice assolutamente certa in momenti di difficoltà come quello che stiamo vivendo.

Personalmente sono convinto che la nostra Regione, come conseguenza ovviamente di una crisi occidentale, di una crisi del sistema, per essere una regione con grandi difficoltà sotto il profilo anche della sua capacità economica e finanziaria del proprio sviluppo, vive di troppi nodi che stanno giungendo improvvisamente al pettine, e se scioglierne uno per volta è magari possibile, scioglierne tanti contemporaneamente è difficile, ma le condizioni sono queste e quindi per cercare di superarle, occorre questa collaborazione, occorre, al di là delle logiche federaliste, una collaborazione vera fra Stato e regione, occorre una collaborazione scientifica allargata, occorre una globalizzazione nell'impegno vero e proprio perché si riesca a superare la situazione drammatica perché non c'è ombra di dubbio che, se vogliamo pensare per esempio ad una Sicilia che possa diventare quello che potenzialmente è da sempre ma che ancora non siamo riusciti a concretare del tutto, ovvero una vera perla del Mediterraneo per la sua capacità di attrarre turisti, visitatori, perché compendio vero di tutte le bellezze del mondo, perché sede di grandiose scoperte archeologiche, e luogo di tante città, di tanti luoghi patrimonio dell'umanità, città che possono essere attrattive in un percorso di sistema, se la nostra natura, la nostra costa, il nostro mare, è quello di un'isola felice, occorre una condizione più complessiva, occorre che nostra Isola possa vivere all'interno di un Mediterraneo che sia garantito e protetto, occorre che le nostre strutture alberghiere siano ricettive, che i nostri servizi siano all'interno di un sistema ambientale forte di bellezze naturalistiche e paesaggistiche uniche e straordinarie.

Se pensiamo di lavorare a compartimenti stagni e non cerchiamo invece di lavorare nell'ambito di un regime che deve essere di regia molto più grande noi sbaglieremo. Sono convinto che questo III Congresso di Selvicoltura muove dalla considerazione che insieme si può vincere questa scommessa.

Ancora una volta vi dico grazie per quello che avete fatto in questi giorni, per quello che farete con questa mozione finale, sperando che poi tutti si possa essere all'altezza di declinare dalla vostra prospettiva a una concretezza reale che ci faccia superare questo stato d'emergenza in cui viviamo e che ci aiuti a superare una delle fasi più difficili che credo che il nostro Occidente, la nostra Sicilia viva. Ma credo che grazie alla collaborazione di tutti, partendo dalla natura, dal nostro ambiente, ce la possiamo fare. Grazie a tutti.

ORAZIO CIANCIO

Vice Presidente Accademia Italiana di Scienze Forestali

Signor Presidente, Autorità, Accademici, Colleghi, Signore e Signori, cari Studenti, a Venezia, nel corso del II Congresso, il Prof. Ervedo Giordano, al quale rivolgo a nome di tutti, i ringraziamenti più vivi, aveva previsto che a distanza di 10 anni i risultati dell'intensificarsi delle ricerche e degli studi dovevano essere analizzati e illustrati alle Autorità politiche, per affrontare i problemi che incombono sul settore forestale.

Oggi siamo riuniti per esaminare studi e ricerche la cui importanza è riconosciuta da studiosi italiani e stranieri di così alto valore e da così notevole numero di tecnici forestali che hanno dato la loro adesione a questo importante evento. A tutti gli intervenuti rivolgo il mio più alto e caloroso saluto e i più cordiali ringraziamenti per la partecipazione e l'impegno dimostrato.

Il Congresso intende mettere in evidenza e diffondere quanto di innovativo in campo forestale è avvenuto negli ultimi lustri. I risultati costituiranno raccomandazioni che sono certo, la classe politica, qui così altamente rappresentata, vorrà tener di conto.

Un'ultima annotazione. Siamo a Taormina, ai piedi dell'Etna, in questa terra di Sicilia alla quale sono legato da un profondo amore e che ha dato i natali a umanisti e scienziati che hanno illustrato l'Italia. Mi pervade perciò la certezza che al nostro Congresso è riservato il miglior successo.

Desidero ringraziare gli illustri Colleghi del Comitato Scientifico per il lavoro svolto nell'organizzazione del Congresso e per l'onore accordatomi nell'incarico di svolgere la relazione introduttiva.

RELAZIONE INTRODUTTIVA

Relazione introduttiva

ORAZIO CIANCIO

Vice Presidente dell'Accademia Italiana di Scienze Forestali

QUALE SELVICOLTURA NEL XXI SECOLO?

Le condizioni culturali, sociali ed economiche che caratterizzano gli inizi del terzo millennio impongono una revisione critica della selvicoltura e una nuova strategia forestale nella consapevolezza che *il bosco è un sistema biologico complesso, indispensabile per rendere vivibile il presente e possibile il futuro.*

Nella prima parte della relazione si analizza il concetto di selvicoltura dal punto di vista epistemologico, scientifico, tecnico e etico, a partire dal Medioevo fino ai giorni nostri. In particolare, l'esame si sofferma sull'evoluzione del pensiero forestale e sulla descrizione delle tre forme che caratterizzano la *selvicoltura classica*: la selvicoltura finanziaria, la selvicoltura su basi ecologiche e la selvicoltura naturalistica.

Attraverso l'analisi del nesso profondo tra ecologia, selvicoltura, assestamento e processo economico nella seconda parte del saggio si mette in evidenza la rilevanza e le peculiarità della nozione di *selvicoltura sistemica* nella gestione sostenibile e nella politica forestale, prospettando il possibile sviluppo della ricerca e della gestione forestale nei prossimi dieci, cinquanta, cento anni.

Parole chiave: gestione forestale sostenibile, rivoluzione scientifica, selvicoltura classica, selvicoltura sistemica.

Key words: sustainable forest management, scientific revolution, classic silviculture, systemic silviculture.

Mots clés: gestion forestière soutenable, révolution scientifique, sylviculture classique, sylviculture systémique.

1. PREMESSA

*Le foreste sono i più preziosi regali degli dei
all'umanità. Esse ci rendono mille servizi
senza i quali la vita sarebbe impossibile.*

PLINIO IL VECCHIO

Il Terzo Congresso Nazionale di selvicoltura assume grande importanza per il momento in cui ha luogo. Siamo giunti al culmine di una crisi ecologica planetaria per risolvere la quale è necessario che a livello internazionale, nazionale, regionale e locale si raccolgano cospicue energie e si avviino radicali revisioni scientifiche, tecniche e amministrative, rese indispensabili dall'acquisizione delle recenti conoscenze e dalle mutate condizioni dei tempi. Nel tracciare questi nuovi indirizzi, la selvicoltura deve guardare al futuro e fissare il proprio cammino, tenendo conto dell'interesse generale e, in particolare, delle problematiche connesse alle condizioni ambientali dei nostri boschi e di quelli ricadenti nei paesi del bacino del Mediterraneo.

Questo evento si svolge in continuità con i due precedenti Congressi Nazionali di Selvicoltura i cui obiettivi fundamentalmente erano e restano la conservazione e il miglioramento dei boschi. In merito poi alla selvicoltura, molto è cambiato: siamo di fronte a questioni che attengono all'operare quotidiano e al dovere, come insegna la natura nelle sue varie espressioni, di rispettare il bosco: un sistema vivente che ha valore in sé, al quale, proprio per questo, vanno attribuiti quei diritti che si riconoscono alle comunità biotiche.

«Il bosco merita che lo si ami; esso ci offre degli spettacoli meravigliosi che elevano l'anima ed il pensiero e ci invitano all'ammirazione ed al rispetto. Quale folla di sentimenti si risveglia in noi alla vista della bellezza cangiante del suo fogliame, che si insegue di collina in collina; della maestà dei suoi grandi alberi che sfidano le nubi, i dolci rumori e le deliziose canzoni che il suo eco porta al nostro orecchio. I poeti, i pittori, tutti quelli che hanno il culto del bello, trovano nelle grandi armonie del bosco i più bei

modelli, i più grandi insegnamenti. Non è soltanto sulla grandezza morale dei popoli che agisce la conservazione dei boschi, ma anche sulla loro prosperità» (LAFOSSE, 1904).

I boschi sono indispensabili non solo per i prodotti – legnosi e non – che forniscono. Nella grande armonia della natura essi svolgono un ruolo rilevante di grande utilità: offrono le esternalità che allo stato delle conoscenze non sono pienamente valutabili in denaro. Su questo argomento molte dissertazioni sono state svolte ed è indubbio che si dibatterà ancora a lungo. Ritengo che il Congresso, senza avere la pretesa di chiarire una questione così complessa, debba esporre, anche se a grandi linee, l'influenza dell'avanzamento scientifico e tecnico in questa materia.

L'esigenza di prospettare nuovi orientamenti selvicolturali è divenuta nel tempo una costante: basti ricordare che nel 1911 al Congresso Internazionale di Agricoltura e di Selvicoltura di Madrid, ROBERT HICKEL (1861-1935), della scuola francese, aveva proposto di formare una grande associazione fra i forestali degli stati che si affacciano sul Mediterraneo¹ per lo studio particolareggiato della selvicoltura di quei paesi. La proposta era stata provocata dal fatto, che la scienza forestale, durante il XIX e l'inizio del XX secolo aveva rivolto le proprie ricerche, in modo quasi esclusivo, ai problemi dei paesi del centro e del nord dell'Europa.

Le teorie e i metodi elaborati in Germania costituiscono la base dell'insegnamento forestale nella scuola di Vallombrosa, anche se sul piano applicativo tali sistemi colturali si dimostrarono inadatti alla nostra realtà ambientale. Le disastrose conseguenze di quell'approccio non si sono del tutto esaurite. Malgrado le innovazioni acquisite in campo scientifico e tecnico, molti forestali continuano ad applicare quei metodi che, ahimè, tuttora costituiscono una parte rilevante dell'insegnamento di alcune discipline.

Le mutate condizioni culturali, sociali ed economiche impongono una revisione critica della selvicoltura e una nuova strategia forestale nella consapevolezza, come vado sostenendo da vari lustri, che *il bosco è un sistema biologico complesso, indispensabile per rendere vivibile il presente e possibile il futuro*. Qui tenterò di delineare i contenuti innovativi connessi a questo assioma, nella convinzione della necessità di *indagare il passato per interpretare il presente e costruire il futuro*.

In questo contributo, certo non esaustivo, proverò a illustrare nuove vie che a molti forestali della mia generazione sembreranno provocatorie, anche se in realtà non lo sono. Sembreranno provocatorie perché ogni formula nuova, ogni innovazione che rompe col passato, costituisce un atto di ribellione ed è difficile per i portatori di idee acquisite in età giovanile svincolarsi da queste e accettare il nuovo, soprattutto se il nuovo rappresenta una radicale revisione del vecchio.

MAX PLANCK (1858-1947), considerato il padre della teoria dei quanti e nel 1918 premio Nobel per la fisica, riprendendo una affermazione di GALILEO, sosteneva: *Si può affermare che una nuova verità non trionfa perché convince i suoi oppositori e fa loro vedere la luce, ma piuttosto perché i suoi oppositori alla fine muoiono, e cresce una nuova generazione per la quale essa è familiare. Appunto, la speranza è che le nuove generazioni possano far propria questa richiesta e riescano a condurla in porto*. E ciò vale tanto più in campo forestale dove i cicli biologici sono lunghi, a volte lunghissimi. Sono convinto però che le nuove generazioni di forestali sapranno apprezzare e portare avanti quanto di innovativo emergerà da questo Congresso. I giovani sono liberi mentalmente, sanno comprendere il nuovo, afferrano rapidamente le idee originali e, soprattutto, amano volare alto.

Nella fattispecie, si tratta di una svolta che considero epocale. Indicherò i nuovi indirizzi selvicolturali affrontando il problema sotto l'aspetto epistemologico, scientifico e tecnico, non trascurando i valori etici che comporta l'agire su una risorsa rinnovabile qual è il bosco. Ovvero proverò a esplorare il nesso profondo tra ecologia, selvicoltura, assestamento e processo economico nel tentativo di dimostrare la rilevanza e le peculiarità della nozione di selvicoltura sistemica nella gestione sostenibile e nella politica forestale.

¹ Il 30.10.1922 fu costituita l'Associazione «Silva Mediterranea».

2. LA SCIENZA FORESTALE E LA SELVICOLTURA NEL MEDIOEVO

Ogni azione è conoscenza e ogni conoscenza è azione.
MATURANA e VARELA

Forse non tutti sono al corrente che la scienza forestale è nata in Italia. Storicamente essa risale al Medioevo ed esaurisce il suo impulso innovativo con l'emanazione delle disposizioni legislative della Repubblica Veneta.

2.1 I Benedettini e le disposizioni della Repubblica Veneta

Pensa da uomo d'azione e agisci da uomo di pensiero.
HENRI BERGSON

Già nel XIII secolo alcuni ordini religiosi tutelarono molti boschi e ne impiantarono dei nuovi. Basti ricordare l'opera dei Benedettini che crearono le pinete di Ravenna, quella dei Camaldolesi e dei Vallombrosani che curarono e ampliarono le foreste di Camaldoli e di Vallombrosa. Questi ultimi fornirono interessanti esempi di coltivazioni forestali con la tecnica del taglio raso e rinnovazione artificiale. Tecnica, che a partire dal 1600, divenne il modello operativo per l'impiego massivo di conifere nel centro Europa.

Il bolognese Piero De Crescenzi (1233-1320), fin dal 1304 aveva raccolto in una pregevole opera – *Liber Commodorum Ruralium* –, tutto quanto avevano scritto gli antichi classici in materia di agricoltura e di foreste. Il suo libro per diversi secoli fu l'unica fonte a cui attinsero i forestali europei. Il *Liber* – noto anche come Trattato dell'Agricoltura – conobbe immensa diffusione: 12 furono gli incunaboli ed edizioni latine, 18 le edizioni italiane precedenti l'Ottocento, 12 le tedesche, 15 le francesi, una inglese.

La Repubblica Veneta, la cui potenza poggiava sulla grandezza della sua flotta navale, fu maestra nell'amministrazione conservativa dei propri boschi. Già durante il XIV secolo aveva emanato disposizioni per la costituzione di un demanio forestale. La gestione di tali foreste dal 1453 fu affidata alla «Magistratura dei Provveditori alle legne e boschi». Le foreste erano assoggettate a rigorose regole e i tagli si effettuavano secondo norme rispettose del principio della tutela e della conservazione. Sotto l'aspetto tecnico nacque e si applicò il cosiddetto «taglio cadorino».

Nel 1501 fu promulgata una legge con la quale l'amministrazione delle foreste passava alla diretta dipendenza del «Consiglio dei Dieci» e stabiliva che le foreste dovevano essere utilizzate in base a precisi piani e, inoltre, istituiva il catasto dei boschi di rovere. In tal modo il Magistrato era in grado di conoscere e reperire la quantità di legno per il fabbisogno dell'arsenale. Il catasto veniva revisionato ogni 20 anni ed era così perfetto che era praticamente impossibile a chiunque frodare anche un solo albero. In breve, era stata promulgata una legge forestale che servì da modello a tutte le altre che vennero dopo.

3. LA SCIENZA E LA TIPOLOGIA DELLE RIVOLUZIONI SCIENTIFICHE

La teoria ci aiuta a sopportare la nostra ignoranza dei fatti.
GEORGE SANTAYANA

Nelle scienze per identificare le nuove direzioni di ricerca, secondo FREEMAN DYSON (1997), occorre individuare le rivoluzioni scientifiche. In assenza di rivoluzioni, la scienza continua il suo percorso nelle direzioni tracciate in precedenza. Vi sono due tipi di rivoluzioni scientifiche, quelle determinate da nuovi strumenti e quelle scaturite da nuove idee.

THOMAS KUHN (1970), nell'ormai famoso libro *The structure of scientific revolutions – La struttura delle rivoluzioni scientifiche* –, ha analizzato con grande rigore le rivoluzioni scientifiche determinate dalle idee, ma non ha preso in considerazione le rivoluzioni

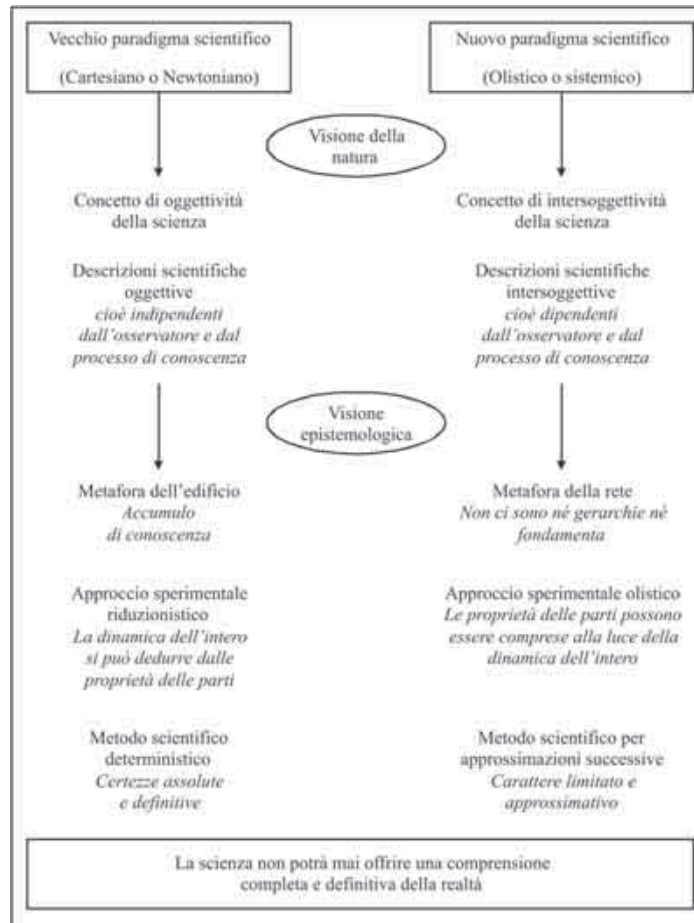
determinate da nuovi strumenti. Nel primo caso – le rivoluzioni scientifiche determinate dalle idee – l’effetto è quello di spiegare fenomeni noti in maniera diversa: si pensi a Copernico, Newton, Darwin, Freud, Einstein. Nel secondo caso – le rivoluzioni scientifiche determinate da nuovi strumenti – l’effetto è quello di scoprire fenomeni nuovi che dovranno essere spiegati: si pensi a GALILEO con l’uso del telescopio in astronomia, CRICK e WATSON con l’impiego della diffrazione dei raggi X nella determinazione della struttura delle molecole biologiche o a JOHN VON NEUMANN con la costruzione e l’introduzione del computer.

La scienza forestale, senza trascurare in alcun modo le rivoluzioni dovute ai nuovi strumenti, è più interessata alle rivoluzioni basate sulle idee. Quando si tratta di rivoluzioni di questo tipo è bene mettere in conto che molti ostacoli, molte resistenze debbono essere superate. D’altra parte, è chiaro che gli operatori impegnati nel presente considerino improponibile qualsiasi idea che apporti importanti cambiamenti strutturali nell’interpretazione dei fenomeni e dei processi che li guidano.

La scienza e la tecnologia fanno grandi progressi in tutti i campi a ritmi incredibilmente veloci. Oltre ai tanti lati positivi che tale fenomeno provoca, dal punto di vista etico c’è un lato da non sottovalutare: si determina l’allargamento del fossato tra chi può permettersi la tecnologia di avanguardia e chi no. E tuttavia, come la storia insegna, la scienza con l’apporto dell’alta tecnologia è inarrestabile. Da qui spesso i conflitti tra scienza e etica.

La scienza unisce gli uomini sulla scorta di una cultura che lascia sperare in un futuro migliore, ma è altrettanto importante, proprio perché a causa delle tante eclatanti scoperte spesso si instaurano conflitti etici, che gli scienziati quando scrutano l’orizzonte sappiano individuare la brezza che in un tempo assai rapido può trasformarsi in un tornado. La scienza e l’etica ci avvertono che si deve stare sempre vigili. Questa consapevolezza ha determinato il cambiamento del paradigma scientifico di riferimento: da quello cartesiano e newtoniano si è passati a quello olistico e sistemico (Tabella 1).

Tabella 1. Vecchio e nuovo paradigma scientifico (da CIANCIO e NOCENTINI, 1996).



La cosa non è di poco conto. Essa sottende il non facile passaggio da «un pensiero fisico» a «un pensiero sistemico». Il che si traduce nel passaggio da una descrizione basata su una logica lineare a una descrizione di relazioni, cioè di sistemi con sequenze non lineari, come avviene nel mondo vivente per le implicazioni dei sofisticati meccanismi di retroazione.

In termini epistemologici, questo cambiamento ha prodotto l'affermazione della visione olistica e del pensiero ecologico. Il che ha permesso di guardare al bosco non più come un agglomerato di alberi ma come un tutto: ovvero come un *sistema* in cui ciascuna componente – biotica e abiotica – ha un preciso significato e svolge un determinato ruolo.

3.1 Le tre rivoluzioni scientifiche in campo forestale

Scientia et potentia humana in idem coincidunt.
FRANCIS BACON

Nell'epoca moderna la prima rivoluzione scientifica e tecnica in campo forestale è iniziata con la cosiddetta *Riforma* di COLBERT del 1669, la cui concezione prevedeva il principio fondamentale della *conservazione del bosco*. La spinta propulsiva di questa rivoluzione, dalla prima metà del secolo XIX, è proseguita e si è affermata con i metodi dell'Amministrazione delle Acque e delle Foreste.

La seconda rivoluzione si fondava sulla concezione di ottenere nel più breve tempo possibile la massimizzazione della *produzione legnosa* e prevedeva la *normalizzazione* del bosco per conseguire la costanza del prodotto. La sua genesi è avvenuta in Germania dove si è affermata sulla scorta dell'influenza decisiva del razionalismo illuministico che portò alla costituzione delle famose scuole forestali del centro Europa.

La terza rivoluzione è quella in atto: nasce e si sviluppa in Italia nella scuola fiorentina, con riscontri positivi in altre scuole italiane e una favorevole attenzione a livello internazionale. La concezione guida è la consapevolezza che il bosco non è un insieme di alberi ma un *sistema biologico complesso* che ha valore in sé. Questa svolta si focalizza sulla nuova selvicoltura: la *selvicoltura sistemica*.

Un rapido *excursus* storico permetterà di valutare, anche se in modo sintetico, l'impulso rivoluzionario delle tre svolte epocali sul piano del pensiero e su quello della tecnica forestale.

4. LO SVILUPPO DELLA SELVICOLTURA NEL CENTRO EUROPA

Abbiamo trovato una strana orma sulle rive dell'ignoto.
Per spiegarne l'origine abbiamo escogitato,
l'una dopo l'altra, profonde teorie.
ARTHUR EDDINGTON

Nel XVIII secolo l'assestamento, la selvicoltura e l'economia forestale divennero patrimonio di due concezioni che si sono sviluppate in Germania e in Francia, anche se più tardi, come peraltro era prevedibile, queste concezioni, in particolare quella tedesca, hanno subito radicali innovazioni negli stessi paesi di origine.

Per lungo tempo la conservazione dei boschi è stata demandata all'assestamento forestale che, sotto l'influenza della scuola tedesca, non consentiva alla selvicoltura di operare con forme colturali diverse da quelle imposte da regole e disposizioni tanto semplici quanto rigide. Solo in un secondo tempo la selvicoltura assunse un ruolo preminente nella gestione forestale perché si comprese che l'assestamento non poteva prescindere dalla selvicoltura. Ci si rese conto, cioè, che non era sufficiente conservare i boschi, ma bisognava applicare appropriati sistemi e metodi di coltivazione.

D'altra parte, gli studi e le ricerche sulla fustaia disetanea condotte in Francia avevano portato a una più profonda conoscenza del bosco e alla elaborazione di metodi sufficientemente approssimati, fondati su studi sperimentali.

4.1 Il razionalismo illuministico e la scuola tedesca

*Quando le affermazioni matematiche si riferiscono alla realtà, non sono certe;
quando sono certe non si riferiscono alla realtà.*

ALBERT EINSTEIN

La concezione della scuola tedesca, sviluppatasi nella seconda metà del XVIII secolo e imperante fino alla fine del XIX secolo, era figlia dei riverberi dell'illuminismo che si manifestavano anche nelle scienze naturali. Il razionalismo illuministico, che in Germania dominava culturalmente, influenzò in modo decisivo la scienza forestale e con essa la coltivazione e l'uso delle foreste. Sul piano del pensiero si esaltava la razionalizzazione della gestione forestale e la scientificità delle operazioni tecniche. Sul piano tecnico si poneva l'enfasi sulla gestione ordinata nel tempo e nello spazio.

In sintesi, i metodi di questa scuola erano costruiti su schemi geometrici e si basavano sulla teoria del turno finanziario e sulla nozione del bosco normale. I criteri prevalenti sostanzialmente erano due: 1) il bosco più conveniente è la fustaia coetanea; b) il bosco deve assicurare un prodotto annuo, massimo e costante e a tale scopo occorre edificare boschi puri, omogenei e uniformi. Sulla base di queste teorie, la diversità costituita dalle magnifiche foreste di latifoglie – faggio, rovere e farnia – dovette cedere il passo alle grandi distese di abete rosso e pino silvestre, ordinate nello spazio per graduazioni di età.

A tal proposito AMERIGO HOFMANN (1875-1945) nel 1926 scriveva: «Specialmente in Germania, per vari motivi, questo orientamento della selvicoltura ebbe il più ampio successo e, in conformità dello sviluppo di tutte le scienze economiche, essa diede l'impulso allo sviluppo della scienza forestale, che nel secolo passato si può chiamare senza esagerazione scienza tedesca».

In breve, il bosco coetaneo rappresenta il modello ideale di foresta normale, cui deve tendere ogni sistema di gestione selvicolturale. Favorita dalle scuole e dalle stazioni di ricerche sperimentali, che ben presto si svilupparono in gran numero, la nuova scienza in pochi anni diventò dominante. I risultati degli studi e delle ricerche trovarono un vivo interesse pratico e i Cameralisti li diffusero prima fra gli amministratori dei patrimoni boschivi, poi tra i forestali che erano i gestori e i custodi di tali proprietà.

Alle scuole forestali di Münden, nell'Assia, a quella di Aschaffenburg in Baviera e a quella di Tharandt, in Sassonia, accorsero gli studiosi da tutte le parti di Europa, fra questi si annoverano anche due grandi scienziati italiani, VITTORIO PERONA (1851-1917) e ALDO PAVARI (1888-1960), che frequentarono la scuola di Tharandt.

4.2 La Riforma di Colbert e la scuola forestale francese

*Quand je suis parmi vous, arbres de ces grands bois,
Dans tout ce qui m'entoure et me touche à la fois,
Dans votre solitude, où je rentre en moi-même,
Je sens quelqu'un de grand qui m'écoute et qui m'aime.*

FRANÇOIS-RENÉ CHATEAUBRIAND

In un primo tempo gli studiosi francesi si mossero sulle orme di quelli italiani. L'opera di OLIVIER DE SERRES (1539-1619), *Le théâtre d'agriculture et mesnage des champs* che fu pubblicato nel 1600, fu grandemente influenzata dal *Liber* del DE CRESCENZI e, secondo ANTONIO SALTINI (1997), pure da quella del bresciano AGOSTINO GALLO. E anche la famosa *Riforma* del 1669 *Sur le fait des Eaux et Forêts*, emanata da LUIGI XIV, il Re Sole, meglio conosciuta come ordinanza di COLBERT (HUFFEL, 1926; LANIER, 1986), attinse largamente alla legislazione forestale veneta.

La concezione che si affermò in Francia si deve alla scuola forestale di Nancy e all'Amministrazione delle Acque e delle Foreste e si può considerare come l'evoluzione dell'ordinanza di COLBERT. Ordinanza che sanciva il principio dell'interesse pubblico delle foreste, rifiutava l'irrazionale utilizzo del bosco soprattutto dei querceti e delle faggete e prevedeva la regolamentazione delle utilizzazioni con il metodo di assestamento del *tire et aire* e delle tagliate per aree contigue, cioè di *proche en proche*.

Questo metodo fu abbandonato intorno al 1830 a causa degli inconvenienti selvicolturali a cui dava luogo, ai turni molto lunghi e soprattutto perché a quel tempo si ebbe la diffusione dei metodi della scuola tedesca, in particolare quelli di GEORG LUDWIG HARTIG (1764-1837) e di HEINRICH COTTA (1763-1844), che peraltro avevano avuto come amici e discepoli, i primi due direttori della scuola di Nancy, rispettivamente, BERNARD LORENTZ (1775-1865) e ADOLPHE PARADE (1802-1865).

La concezione elaborata in Francia si fondava sul principio di conservare e di migliorare il patrimonio forestale pur nella considerazione della necessità di conseguire redditi elevati. Sul piano tecnico tutto ciò si concretava nell'applicazione di metodi selvicolturali prudenziali basati fondamentalmente su quattro criteri: 1) elevare i turni delle fustaie e dei cedui; 2) realizzare la conversione dei cedui semplici e composti in fustaie; 3) trasformare le fustaie disetanee in fustaie coetanee e applicare il trattamento a tagli successivi uniformi; 4) ottenere la rinnovazione naturale nelle fustaie coetanee. In sintesi, si tendeva alla costituzione di boschi coetanei gestiti con turni elevati e trattati con metodi colturali che prevedevano la rinnovazione naturale.

4.3 Selvicoltura conforme alla natura e selvicoltura vicino alla natura

*L'ordine razionale del bosco, cui tende
la selvicoltura classica, raffigura
il massimo del disordine naturale.*
ORAZIO CIANCIO

La nuova selvicoltura, che si andava affermando agli inizi del XX secolo, è stata oggetto, soprattutto in Germania, di roventi polemiche. Il duro scontro ha riempito le pagine delle riviste del settore forestale. Il concetto su cui la discussione è divenuta violenta si identifica con la *selvicoltura conforme alla natura*, da cui ebbe origine il *Dauerwald* o «bosco permanente» di MÖLLER (1922), e la *selvicoltura vicina alla natura*. A un esame superficiale la differenza sembrerebbe di poco conto. Invece, c'è un diverso modo di interpretare la selvicoltura.

Secondo MÖLLER (1922) la *selvicoltura conforme alla natura* si configura con modalità tecniche applicate su più o meno piccole porzioni di bosco, su gruppi o su singole piante *nature*, come spesso in modo improprio sono definite. Il trattamento coetaneo, la semplificazione strutturale e tutto ciò che si considera ordine del e nel bosco e su cui confluiscono norme, schemi e quant'altro, rientrano nella selvicoltura finanziaria, su quella su basi ecologiche, su quella naturalistica.

La *selvicoltura conforme alla natura*, dunque, non può raffigurarsi neanche nel bosco misto e disetaneo, se per bosco misto e disetaneo si intende un bosco *puntiforme* – per pedali – o *atomistico* – per piccoli gruppi – il cui stato di equilibrio più elevato si consegue con la *normalizzazione*, secondo i canoni della *selvicoltura naturalistica*. In tal modo, secondo MÖLLER, si imporrebbe al bosco un ordine fittizio. Un ordine schematico e rigido almeno quanto quello del bosco coetaneo.

Un bosco così concepito resta ingabbiato, chiuso in una camicia di forza, la *norma*, espressa da una curva geometrica il cui significato biologico è di scarsa rilevanza e di dubbio valore. Il bosco coetaneo e il bosco disetaneo, così come normalmente intesi, non corrispondono alla *selvicoltura conforme alla natura* che, in campo applicativo prevede: a) l'analisi continua delle condizioni del suolo; b) l'abolizione del taglio raso; c) la restrizione dei vasti complessi coetanei; d) la formazione di boschi misti; e) la rinnovazione naturale; f) l'accurata scelta delle piante da utilizzare; g) la puntuale applicazione della tecnica selvicolturale; h) l'attenta tutela del bosco; i) l'adeguato sviluppo della rete stradale; l) l'impiego di appropriati mezzi di esbosco. In breve, la gestione dovrà essere adattata alle forme più evolute della selvicoltura.

Secondo molti forestali del centro Europa la *selvicoltura conforme alla natura* configura una selvicoltura sottomessa assolutamente e ciecamente al carattere strettamente naturale del popolamento. E rappresenta un binario più stretto, perfino dogmatico, della selvicoltura vicino alla natura (in SCHÜTZ, 1990).

LEIBUNDGUT (1987) sostiene la necessità di una selvicoltura differenziata in relazione

alle varie condizioni stagionali e l'opportunità che la tecnica si fondi sull'ottimizzazione degli effetti colturali. Egli afferma (1960) che «Le nostre finalità selvicolturali non possono essere raggiunte che con interventi colturali. La foresta vergine non può pertanto costituire un modello che vuole essere riprodotto, ma solo un faro, che ci può guidare».

La *selvicoltura vicino alla natura*, sviluppata appunto da SCHÄDELIN (1873-1953) e LEIBUNDGUT (1909-1993), riposa sull'idea di una produzione di legno di alto valore che, oltre al reddito finanziario, assicuri anche le altre funzioni del bosco. Questa selvicoltura, detta di qualità, richiede una tecnica raffinata e una elevata intensità di gestione. A tal proposito KÖSTLER (1958) annota: «in selvicoltura le decisioni vanno prese seguendo le leggi dell'economia». La *selvicoltura vicino alla natura* è un sistema che si avvale delle conoscenze acquisite con l'applicazione della selvicoltura naturalistica. Da questa si distingue perché non prevede lo schema dell'ordinamento delle piante in classi di diametro; rifiuta la ricerca della normalizzazione; rinuncia alla predeterminazione e costanza della ripresa. La caratteristica principale è che nell'unità di gestione i sistemi e i metodi di trattamento sono diversificati e combinati e costituiscono la categoria di utilizzazione definita *taglio colturale*, basato sempre e comunque su un piano di stretta utilità finanziaria ed economica. La rinnovazione è naturale e continua. Il bosco ha composizione mista e struttura composta di tipo puntiforme, atomistico e molecolare.

Sic stantibus rebus, una riflessione è d'obbligo. Spesso si ignora un dato di assoluta evidenza: la natura agisce per eventi casuali. Non tener conto di ciò è un grave errore. Gli eventi casuali, è ovvio, sono imprevedibili nella ricorsività e nell'intensità. E altrettanto imprevedibili a seguito di tali eventi sono le retroazioni del sistema bosco. La selvicoltura, invece, procede secondo metodi definiti e organizzati, ovvero secondo procedure scientificamente codificate. Ecco perché nessuna forma selvicolturale può fare diretto riferimento alla natura, ma semmai – e si sottolinea semmai – come sottolinea PAVARI (1915) *selvicoltura su basi naturalistiche*.

5. LA SCUOLA FIORENTINA E L'EVOLUZIONE DEL PENSIERO FORESTALE

*Non si conosce a fondo una scienza
finché non se ne conosce la storia.*

AUGUSTE COMTE

L'indirizzo seguito dalla scuola italiana, dalla costituzione nel 1869 dell'Istituto Forestale di Vallombrosa fin verso la fine del primo conflitto mondiale, è stato quello tracciato dalla scuola tedesca, con risultati in campo applicativo che, invero, non potevano considerarsi lusinghieri. Il motivo è semplice: in Italia i boschi presentavano, e tuttora presentano, una elevata varietà di situazioni compositive e strutturali e una alta e diffusa biodiversità. Ogni bosco ha caratteristiche uniche e, proprio per questo, la selvicoltura non poteva essere adattata a sistemi e metodi colturali elaborati in paesi con condizioni ambientali ed economiche molto differenti.

A tal proposito DI TELLA (1876-1942) e MERENDI (1888-1978) nel 1922 osservavano: «L'affannosa ricerca di un metodo di ordinamento che mentre lasci il più ampio campo di azione alla selvicoltura, mantenga intatti i principi di un oculato controllo tecnico e amministrativo, di un conveniente tornaconto finanziario e di una produzione annua e possibilmente costante, è andata gradatamente concludendosi nel saggio riconoscimento della impossibilità di raggiungere soluzioni matematicamente perfette, e della necessità quindi di accontentarsi di soluzioni approssimate nelle quali la prudenza (come ben ci insegnano i modelli francesi) deve occupare il primissimo posto».

E ancora: «Oggi non ripugna più l'idea del bosco misto, né quella della piccola particella a taglio saltuario, affiancata da un'altra a taglio successivo, l'una e l'altra assolutamente indipendenti; e non è più un errore la piccola sezione coetanea a contorno anche irregolare – estesa uno, due, al massimo tre ettari – alternata, armonizzata, combinata in modo, che, sotto un apparente disordine noi avremo invece, con molta arte, creato, alla foresta le condizioni di vita più favorevoli».

Agli inizi del XX secolo, dunque, sull'onda delle nuove conoscenze in biologia ed

economia, l'asestamento forestale e la selvicoltura assunsero una nuova dimensione: si passò dalla concezione empirica a quella scientifica. I principi dell'economia della natura – allora gli economisti così indicavano la nascente ecologia – insieme a quelli della fitogeografia comparata, della fitosociologia e dell'analogia climatica e pedologica furono assunti come base di studio del governo del bosco.

La scuola fiorentina, principalmente per merito di ALDO PAVARI e di GENEROSO PATRONE (1902-1980), ha posto in essere una serie di studi e di ricerche sperimentali sui sistemi e metodi colturali e sugli ordinamenti. Nasce e si afferma la concezione italiana che nel tempo si è evoluta sotto la spinta propulsiva di due fattori interconnessi: il primo legato alla necessità di conseguire nel più breve tempo possibile e con il minor dispendio di energia lavoro e capitali un prodotto annuo, massimo e pressoché costante; il secondo determinato dall'acquisizione e dall'applicazione delle nuove conoscenze in campo scientifico che prevedevano metodi colturali diversificati in relazione alle diverse condizioni ecologiche e ordinamenti semplici.

In quegli anni di profonda innovazione, i ricercatori si dedicarono con grande fervore alla messa a punto delle modalità tecniche ed economiche idonee a tradurre in pratica i concetti di questo nuovo modo di vedere il bosco. Come sempre avviene in simili circostanze, si diede grande spazio al tecnicismo e allo specialismo. L'analisi tecnica fu ritenuta l'elemento cardine dello sviluppo del settore.

Sulla scorta di tali cambiamenti la selvicoltura ha spostato sempre più avanti i suoi confini: dalla *selvicoltura finanziaria*, si è passati a quella fitogeografica *su basi ecologiche* e poi a quella *naturalistica*.

Queste forme di selvicoltura costituiscono quella che si può definire la *selvicoltura classica*: cioè quella selvicoltura che è stata, ed è, la base culturale, conseguita nel tempo attraverso studi e ricerche sperimentali, ma che invero non ha trovato larga applicazione tranne che nelle regioni ad alta tradizione forestale. Altrove o non è stata presa in considerazione o è stata messa in atto solo in casi sporadici. Ma le conoscenze ancora non consentivano di effettuare quel salto di qualità necessario per riorientare il pensiero forestale. I tempi ancora non erano maturi.

Questo stato di cose e l'avanzamento culturale e scientifico hanno determinato una svolta che considero epocale. Ora si tende alla *selvicoltura sistemica*: un'idea scientifica e tecnica imperniata su un principio di logica elementare: il rispetto degli equilibri bioecologici del bosco, ovvero la doverosa attenzione verso una entità che ha valore in sé.

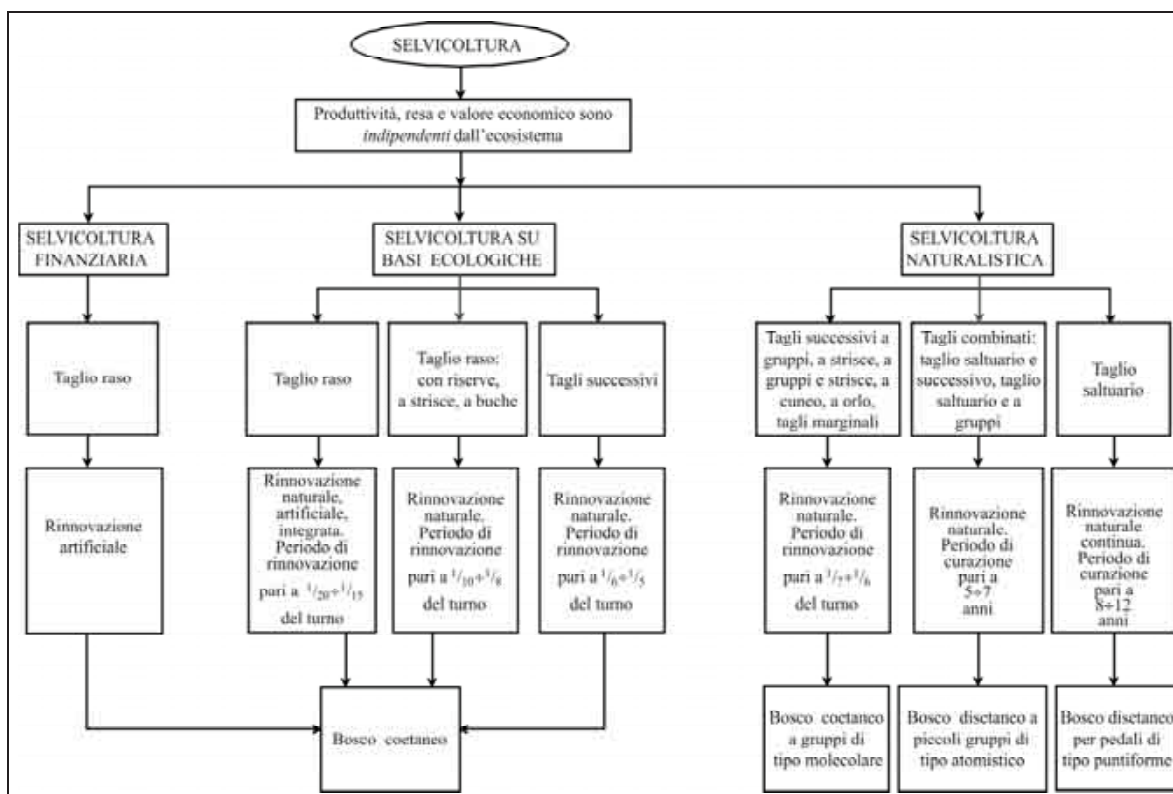
6. LA SELVICOLTURA CLASSICA

Il mezzo di non cambiare è non pensare.
ERNEST RENAN

La *selvicoltura classica, lineare e intensiva*, si fonda sul principio del controllo dei processi naturali attraverso la tecnica colturale. La coltivazione e la gestione del bosco si incentrano sul rapporto provvigione rinnovazione, considerate, rispettivamente, fonte di reddito e presupposto per la continuità della produzione. Lo scopo è di garantire, oltre alla continuità della produzione, un prodotto annuo, massimo e pressoché costante. Di conseguenza, la sola variabile indipendente che il settore forestale ha preso e continua a prendere in considerazione è il tornaconto. Di fatto, la produttività, la resa e il valore del bosco sono *indipendenti* dalla funzionalità dell'ecosistema.

In questo saggio si espongono, anche se in modo molto sintetico, gli obiettivi e i principali aspetti tecnici delle tre forme della selvicoltura classica – finanziaria, su basi ecologiche, naturalistica –, cioè quelli della selvicoltura la cui finalità principale era, ed è, quella economica che si formalizza nella massimizzazione della produzione legnosa (Tabella 2).

Tabella 2. Selvicoltura classica: produttività, resa e valore del bosco sono indipendenti dall'ecosistema (da CIANCIO, 1998).



6.1 Selvicoltura finanziaria

L'ordine presuppone un certo disordine che esso viene a sistemare.
PAUL VALÉRY

La selvicoltura finanziaria nasce in Germania quando per le esigenze dell'industria si effettuarono estesi tagli raso. «Nella seconda metà del XIX secolo la proporzione delle superfici di boschi di latifoglie e quelli di conifere in poco più di 40 anni si invertì da 2:1 a 1:2. Al posto delle antiche faggete e querceti sorsero le monotone e regolari estensioni di pinete e di abetine, in gran parte monofitiche» (PAVARI, 1959).

Questa rivoluzione nel campo della selvicoltura e della gestione se da un lato contribuì allo sviluppo economico dell'Europa centrale e soprattutto della Germania, dall'altro provocò gravi conseguenze: «disastrosi attacchi di parassiti, enormi danni causati dal vento ai fragili soprassuoli artificiali, regressione della fertilità del terreno per effetto di accumulazione di *humus* acido, dilavamento e diminuzione della prosità e della permeabilità del terreno stesso. Tutti questi fenomeni furono, non solo per la Germania, ma per la selvicoltura in tutto il mondo, uno squillo di allarme contro i pericoli di una selvicoltura orientata troppo decisamente verso fini finanziari ed economici e richiamarono i forestali a meglio rispettare le insopprimibili leggi della natura» (PAVARI, 1959).

La selvicoltura finanziaria si basa su un sistema culturale semplificato. Prevede la costituzione di boschi monospecifici, coetanei, ordinati in classi cronologiche. Il trattamento comprende le operazioni indispensabili. I diradamenti si effettuano solo nei casi in cui l'operazione è finanziariamente positiva. I turni sono correlati a criteri puramente finanziari. L'utilizzazione è a taglio raso e la rinnovazione è artificiale.

In un primo tempo questa forma culturale fu applicata anche in Italia, ma i risultati negativi ne limitarono la diffusione e ben presto si passò, per merito di ALDO PAVARI (1914, 1915, 1916; 1925, 1927, 1929, 1937, 1948, 1953, 1959, 1960), a una selvicoltura avente un preciso orientamento ecologico.

6.2 Selvicoltura su basi ecologiche

*Benché l'analogia sia spesso fuorviante,
è la cosa meno fuorviante che abbiamo.*

SAMUEL BUTLER

Agli inizi del XX secolo gli studi fitogeografici, ecologici e di genetica forestale divennero i fondamenti della selvicoltura. Con PAVARI (1929) e DENGLER (1930) «La propedeutica alla selvicoltura diventa l'*ecologia forestale*: il clima, il terreno e così via. Si vuole cioè valutare la specie più conveniente in base all'analisi dei principali fattori della stazione; è il bosco del *razionalismo* che da quello dei calcoli di matematica finanziaria si estende alla sfera della biologia» PATRONE (1979).

L'innovazione consisteva nel considerare la selvicoltura allo stesso tempo arte e scienza sperimentale. L'esperimento, infatti, ha un grande vantaggio, passando dalla fase di osservazione alla fase di lavoro ipotetico, consente di eliminare, attraverso la ripetizione, i dubbi e le incertezze. Le tecniche colturali sono conseguenti e rappresentano la risultante sia della capacità operativa degli addetti forestali, sia di sperimentazioni *ad hoc*.

Come sostengono LUCA e FRANCESCO CAVALLI SFORZA (2007), «Il tipo di 'ragionamento' più utile per cercare spiegazioni scientifiche è l'analogia, un prodotto dell'immaginazione, che ricerca somiglianze molto parziali fra fenomeni diversi e ben noti e lavora di intuizione per scoprire se una spiegazione già nota in un campo sia utile, con opportune modificazioni, per interpretare la situazione, molto diversa, che stiamo cercando di delucidare in un altro campo». L'ipotesi scientifica utilizzata da PAVARI (1941, in PAVARI e DE PHILIPPIS, 1941) è stata, appunto, l'analogia in selvicoltura. Ipotesi che gli ha permesso di stabilire che «ad analoghe condizioni climatiche corrispondono, al di là di confini regionali e della composizione floristica, foreste tra loro comparabili, alle quali è possibile applicare metodi colturali similari».

La selvicoltura su basi ecologiche è un sistema colturale più complesso rispetto a quello della selvicoltura finanziaria. Presuppone un inquadramento in senso ecologico della distribuzione e costituzione delle grandi unità della vegetazione forestale secondo il concetto della identità ecologica. Questo concetto fa riferimento alla «identità della fisionomia vegetale di consorzi forestali situati in condizioni ecologicamente simili ma aventi costituzione floristica diversa», cui corrispondono forme «ecologicamente omologhe», assunte come rappresentative di condizioni ecologiche affini. È caratterizzata dall'«azione decisiva di un fattore limitante, dal quale dipendono non soltanto la distribuzione geografica e topografica delle specie forestali e delle loro cenesi, ma anche gli indirizzi, i metodi e le possibilità della selvicoltura» (PAVARI, 1959).

Se si conoscono i fattori macroscopici dell'ambiente, in particolare il clima e il suolo, e le esigenze delle specie, allora i sistemi e i metodi selvicolturali applicabili a un dato bosco si possono replicare, *ceteris paribus*, in un altro bosco avente la stessa fisionomia, anche se non uguale composizione. Si impiegano le specie al «posto giusto». Si eseguono i tagli colturali e quelli di rinnovazione in relazione alle esigenze delle specie. Se la rinnovazione non si verifica, allora si procede con quella artificiale.

In breve, la selvicoltura su basi ecologiche prevede la formazione di boschi coetanei, monospecifici con una o, al più, due specie secondarie, ordinati in classi cronologiche; l'esecuzione di uno o più diradamenti; tre principali forme di trattamento: *il taglio raso; il taglio raso con riserve, a strisce, a buche; i tagli successivi*.

Nel primo caso – taglio raso – la rinnovazione può essere naturale, artificiale, oppure integrata, cioè naturale e artificiale. Il periodo di rinnovazione è breve. Varia tra un ventesimo e un quindicesimo del turno. Nel secondo caso – taglio raso con riserve, a strisce, a buche – la rinnovazione è naturale e il periodo di rinnovazione è compreso tra un decimo e un ottavo del turno. Il terzo caso – tagli successivi – la rinnovazione è naturale. Solo in casi di turbative biotiche o abiotiche è artificiale. Il periodo di rinnovazione è pari a un sesto o a un quinto del turno. In tutti i tre casi i turni generalmente sono fisiocratici.

A seguito dei clamorosi insuccessi, conseguenti all'applicazione della *selvicoltura finanziaria*, teorizzata dalla scuola tedesca, tra la fine del XIX e l'inizio del XX secolo si affermò un nuovo modo di pensare e di guardare al bosco. E con esso un nuovo modo di coltivarlo e di assestarlo. La selvicoltura e l'asestamento si orientarono verso l'applicazione di tecniche a basso impatto ambientale. Lo studio dei fenomeni naturali divenne centrale per individuare gli indirizzi colturali.

PARADE (1883), con l'aforisma «*imitex la nature, hâtez son oeuvre*», e GAYER (1901), con l'altrettanto famosa massima *Zurück der Natur* – torniamo alla natura – che da un lato era un invito a non coltivare boschi puri e coetanei e dall'altro a operare per ottenere la rinnovazione naturale, furono i precursori della *selvicoltura naturalistica*. GAYER (1901) corroborava il concetto del ritorno alla natura affermando che «*In der Harmonie aller im Walde wirkenden Kraefte, liegt das Raetsel der Produktion*» – la «selvicoltura in armonia con la natura» si concepisce nello spirito della «ricerca di una armonizzazione delle forze naturali di produzione».

Della *selvicoltura naturalistica* si dettero diverse interpretazioni. PAVARI (1929), seguendo l'impostazione fitogeografica di MAYR (1909), afferma che essa deve essere «... sorretta a ogni istante da criteri scientifici attinti al grande dominio delle scienze naturali» e improntata «alla conoscenza di tutto il complesso dei fattori ambientali che influiscono sulla tecnica colturale». E sottolinea che per essere veramente utile al selvicoltore, deve essere guidata da criteri economici. Come a dire, si deve tener conto sia delle esigenze delle specie e delle caratteristiche ambientali, sia degli aspetti finanziari.

SUSMEL (1914-2006) nel 1964 annota: «La selvicoltura naturalistica ha il suo credo fondamentale nella necessità di assecondare l'opera della Natura e nella pericolosità di contrariarne eccessivamente le leggi con cui governa la vita del bosco». DE PHILIPPIS (1908-2002) nel 1967 osserva: «L'indirizzo naturalistico della selvicoltura impone di subordinare la natura e l'entità degli interventi a un'esatta valutazione dei loro effetti, al fine di alterare il meno possibile lo stato di equilibrio bioecologico dei singoli ecosistemi forestali, oppure di ripristinarlo quando esso sia stato profondamente modificato o distrutto».

La *selvicoltura naturalistica* è un sistema colturale che ha le radici nella tradizione e nella cultura delle popolazioni locali. È stata codificata in sistema alla fine del XIX secolo come reazione all'eccessiva artificialità della selvicoltura finanziaria tipica del centro Europa. Per lungo tempo è stata contestata sia dai tecnici sia dagli amministratori perché erroneamente assimilata a un tipo di selvicoltura basata su un metodo di raccolta di tipo commerciale. Nel tempo si è affermata come un sistema colturale rispettoso della continuità della produzione.

In quegli anni il taglio saltuario, o a dirado, o di curazione, o a scelta, strettamente collegato alla fustaia mista e disetanea, vale a dire il trattamento fondamentale della selvicoltura naturalistica, non era considerato un vero e proprio sistema colturale, ma più spesso un taglio mercantile che quindi nulla aveva a che fare con specifiche finalità colturali (CIANCIO e NOCENTINI, 1996b).

L'idea guida della *selvicoltura naturalistica* – all'affermazione e allo sviluppo della quale LUCIO SUSMEL ha dato un contributo decisivo – consiste nel beneficiare della conoscenza, acquisita in altri settori della scienza, per meglio definire i sistemi e i metodi di coltivazione e gestione del bosco. Ciononostante essa resta sempre e comunque saldamente ancorata alla teoria del realismo economico.

La *selvicoltura naturalistica* tende al *bosco normale*. La rinnovazione è naturale. Pur perseguendo il massimo reddito fondiario, le tecniche colturali non determinano vistose ferite, talvolta irreversibili, nel bosco. Si ha la stabilità della provvigione e del paesaggio. Di certo non occorrono metainterpretazioni per comprendere quanto la *selvicoltura naturalistica* differisca concettualmente da quella finanziaria e da quella su basi ecologiche. Le differenze, come si vede, sono scientifiche e giustificano ampiamente le

polemiche che su questo argomento da quasi un secolo animano il mondo forestale (CIANCIO, 1994).

Mutano i sistemi colturali e gli ordinamenti produttivi, ma gli aspetti finanziari sono sempre in primo piano. Il trattamento prevede una serie di forme diverse l'una dall'altra che si adattano alle diverse realtà e che possono essere ricondotti a tre insiemi. Il primo comprende i *tagli successivi* a gruppi, a strisce, a gruppi e strisce, a cuneo, a orlo, i *tagli marginali*. I *turni* normalmente sono più lunghi rispetto a quelli della selvicoltura finanziaria e di quella su basi ecologiche. La rinnovazione è naturale e il periodo di rinnovazione è compreso tra un settimo e un sesto del turno. Il bosco è *coetaneo* ed è formato da gruppi di dimensioni comprese tra le 10 e le 50 are. Per usare una metafora di PATRONE (1975) è un bosco di tipo molecolare.

Il secondo è caratterizzato dai *tagli combinati*: taglio saltuario e successivo, taglio saltuario e a gruppi. La rinnovazione è naturale. Il periodo di curazione è pari a 5-7 anni. Il bosco è misto e *disetaneo* ed è costituito da gruppi aventi dimensioni al di sotto di 10 are. Per usare la terminologia di PATRONE (1975) è un bosco di tipo atomistico.

Il terzo prevede il taglio saltuario classico. La rinnovazione è naturale e continua. Il *periodo di curazione* è pari a 8-12 anni. L'ordinamento prevede la *distribuzione delle piante in classi diametriche* di 5 cm, a partire dalla classe di diametro di cm 20, secondo una funzione di tipo esponenziale. Il *diametro di recidibilità* varia tra cm 45 e cm 55. Il bosco è misto e *disetaneo per pedali* o di tipo puntiforme.

7. LA NUOVA SVOLTA: LA SELVICOLTURA SISTEMICA

*Ogni intervento in favore del bosco
è un intervento a favore dell'uomo.*
ORAZIO CIANCIO

La selvicoltura si concreta nella coltivazione del bosco che, nel nostro Paese, tuttora si compendia nella concezione dominante della cosiddetta *selvicoltura classica* e dei formali canoni dell'*assestamento forestale* che fanno riferimento alla scuola forestale fiorentina: ovvero alla scuola che ha dettato e definito i criteri e i metodi della gestione e della pianificazione forestale.

In passato, nell'intento di migliorare la produttività dei sistemi forestali sono state ricercate con perseveranza la *semplificazione* della struttura e la *regolarità* della e nella foresta. Una prospettiva pervasa da un lato da una visione atomista, che concepisce la foresta come separata dall'ambiente, e i suoi componenti come distinti e misurabili; e dall'altro, da una visione antropocentrica spinta alle estreme conseguenze: la sottomissione della natura alla volontà dell'uomo che ha il diritto di dirigerla e di controllarla per il conseguimento dei propri fini.

Occorre, invece, essere consapevoli che la foresta non è una *macchina* per produrre legno. Il bosco non è un semplice aggregato di alberi; è ben di più: come prima sottolineato è un *sistema biologico complesso*. Bisogna prendere atto che la cosiddetta *selvicoltura classica* ormai non corrisponde più agli interessi della società civile e, soprattutto, non tiene conto dei notevoli progressi compiuti in campo scientifico, tecnologico e tecnico.

Il bosco è un sistema caratterizzato da una organizzazione e una struttura ad alto contenuto di in-formazione: un sistema costituito da un gran numero di elementi che interagiscono fra loro. Le relazioni interne si connettono con una rete esterna di relazioni più ampia. Il gioco delle interazioni è un processo sempre in atto e comporta il principio di incertezza, di indeterminatezza e di incompletezza, tipico di tutto ciò che è complesso. Il bosco non è un insieme di alberi di interesse economico: è un *sistema adattativo* che impara ed evolve. È costituito da singoli *agenti adattativi* che funzionano come sistemi complessi, adeguandosi ciascuno al comportamento dell'altro.

Il progresso delle scienze forestali induce a ritenere che nell'interesse generale si debba operare secondo i canoni della *selvicoltura sistemica*, cioè una «selvicoltura estensiva», in armonia con la natura, che ha come oggetto il *sistema forestale autopoietico*. Le proprietà

salienti che costituiscono l'ossatura dei due sistemi forestali che, per comodità, sono indicati con (SF₁) e (SF₂). riguardano le caratteristiche strutturali dei sistemi in esame e i riflessi nei riguardi della gestione, della valutazione ecologica e dell'obiettivo primario che si intende conseguire.

Si fa rilevare che le nuove conoscenze acquisite nel campo dell'ecologia, della selvicoltura, dell'assestamento e dell'economia forestale rendono possibile un confronto oggettivo tra il *sistema forestale classico* e quello che ho definito *sistema forestale autopoietico*, cioè un sistema in grado di autorganizzarsi e di coniugare l'efficienza funzionale a un'alta valenza economica, oltre che ecologica e culturale (Tabella 3).

Tabella 3. Confronto per grandi linee tra il *Sistema Forestale Classico (SF₁)* e il *Sistema Forestale Autopoietico (SF₂)*. SF₂ è preferibile a SF₁ poiché il sistema è sostenibile e bilanciato sul piano ecologico (da CIANCIO, 1998).

SISTEMA FORESTALE CLASSICO (SF ₁)	SISTEMA FORESTALE AUTOPOIETICO (SF ₂)
Sistema lineare, povero di alternative	Sistema non lineare, ricco di alternative
Uniformità e omogeneità del sistema	Disformità e disomogeneità del sistema
Riduzione della diversità e perdita di informazione genetica	La diversità è fonte di informazione genetica, ha valore culturale e valore d'uso
GESTIONE	GESTIONE
L'uniformità culturale richiede la centralizzazione del controllo in funzione del profitto e del mercato	La diversità culturale richiede il decentramento del controllo e valorizza i «saperi locali»
Bosco rigidamente strutturato in classi cronologiche o in classi diametriche	Bosco astrutturato, capace di autorganizzarsi
Uniformità dei prodotti: legno principalmente (PR ₁)	Prodotti diversificati: tra gli altri anche il legno (PR ₂)
VALUTAZIONE ECOLOGICA	VALUTAZIONE ECOLOGICA
Sistema stabile e sostenibile, con l'immissione di energia, lavoro e capitali Produttività, resa e valore economico sono <i>indipendenti</i> dall'ecosistema	Sistema stabile, sostenibile e rinnovabile autonomamente Produttività, resa e valore economico sono <i>dipendenti</i> dall'ecosistema
OBIETTIVO PRIMARIO	OBIETTIVO PRIMARIO
Massimizzazione del profitto con l'uso commerciale del bosco	Aumento della complessità e conservazione della biodiversità

Il bosco è un sistema non mai dato, non mai compiuto, che si autoprogetta e si autocrea di continuo. Ma, appunto perciò, è un sistema sempre sul punto di disgregarsi. Mettersi in rapporto con il bosco vuol dire comprendere la sua complessità e fragilità e, di conseguenza, procedere con *il metodo scientifico per tentativi ed eliminazione degli errori*, cioè per approssimazioni successive (CIANCIO e NOCENTINI, 1995).

La *selvicoltura sistemica, non-lineare, estensiva* si basa sul principio dell'autopoesi. Si

opera in favore del bosco, vale a dire secondo un algoritmo colturale, con l'intento di preservare, conservare, valorizzare, favorire la complessità biologica del sistema, in un *continuum* coevolutivo che di fatto esclude il *finalismo* tipico dei processi lineari che portano alla *normalizzazione* del bosco (CIANCIO *et al.*, 1994a; 1994b).

In campo forestale il concetto di sistema è relativamente recente. È un concetto innovativo, rivoluzionario in senso scientifico. La presa d'atto di tale concetto ha apportato cambiamenti di ordine teorico e pratico sui *contenuti*, le *finalità* e i *limiti* della selvicoltura (CIANCIO, 1998). Sulla base di quanto esposto è ora possibile dare una definizione più ampia e puntuale di selvicoltura:

La selvicoltura è la scienza sperimentale che ha per oggetto lo studio, la coltivazione e l'uso del bosco, un sistema biologico autopoietico, estremamente complesso, in grado di perpetuarsi autonomamente e capace di fornire beni e servizi (CIANCIO, 1998).

Se questi sono i contenuti, le *finalità* sono:

- a) il mantenimento del sistema bosco in equilibrio con l'ambiente;
- b) la conservazione e l'aumento della biodiversità e, più in generale, della complessità del sistema;
- c) la congruenza dell'attività colturale con gli altri sistemi con i quali il bosco interagisce.

I *limiti* sono definiti dai criteri guida applicabili all'uso delle risorse rinnovabili. Secondo tali criteri, l'uso e il prelievo di prodotti

- 1) non possono superare la velocità con la quale la risorsa rinnovabile bosco si rigenera;
- 2) non devono intaccare le potenzialità evolutive del sistema;
- 3) non possono ridurre la biodiversità.

Questa definizione evidenzia la partecipazione *attiva* dell'uomo a un sistema caratterizzato da complessi equilibri bioecologici in costante dinamismo con l'ambiente. Il rispetto di questi equilibri costituisce il fattore essenziale per un corretto *uso*, con idonee forme colturali, dei prodotti e dei servizi che il sistema è in grado di fornire. In questo modo si tengono in considerazione i ritmi biologici, esaltandone la *funzionalità*, senza pregiudicare la *perpetuità del sistema* che è l'elemento fondamentale e caratterizzante della selvicoltura.

La selvicoltura sistemica si basa sul principio del rispetto degli equilibri biologici del sistema bosco secondo le seguenti linee guida:

- a) tutela della biodiversità (sia *in-situ* in aree protette che *ex-situ* attraverso la conservazione delle risorse genetiche);
- b) protezione dell'ambiente (conservazione del suolo e lotta alla desertificazione, miglioramento della qualità dell'aria e dell'acqua, fissazione del carbonio e azione mitigatrice nei confronti dei cambiamenti climatici);
- c) produzione di beni (legnosi e non legnosi) e servizi (salute umana, benessere sociale, paesaggio, turismo, ricreazione, cultura);
- d) azione di contrasto per attenuare e risolvere le minacce cui il bosco è soggetto: incendi, fitopatie, frane...

La *selvicoltura sistemica* si configura con l'attività che l'uomo svolge come componente essenziale del sistema bosco. Per evitare inconvenienti, sempre possibili, è necessario fare scelte flessibili che consentano di scoprire gli eventuali errori e la loro tempestiva correzione al minor costo possibile. Ovvero, in selvicoltura bisogna abbandonare l'approccio positivista che ancora domina in alcuni settori accademici e della ricerca e adottare l'approccio ispirato a un atteggiamento scientifico di «prova ed errore» (CIANCIO e NOCENTINI, 1995).

La concezione algoritmica degli interventi, oltre a conferire efficienza all'ecosistema bosco, consente il mantenimento della biodiversità e l'instaurazione di un nuovo, diverso rapporto tra bosco e uomo. Un rapporto in cui l'uomo si pone come il referente del bosco e non come colui che piega il sistema alle proprie necessità. In altri termini, il forestale «legge» il bosco e «scrive il trattamento».

La *selvicoltura sistemica* prevede la rinnovazione naturale e interventi a basso impatto ambientale, cioè interventi mirati a conservare e ad aumentare la diversità biologica del sistema, assecondando la disomogeneità, la diversificazione strutturale e compositiva in modo da accrescere la capacità di autorganizzazione e di integrazione di tutti i suoi

componenti, biotici e abiotici. Questa azione, oltretutto, favorisce il superamento del contrasto tra due visioni estreme: da una parte coloro che considerano il bosco come un bene indisponibile; dall'altra, coloro che ritengono il bosco un bene totalmente disponibile, da sfruttare in base alle leggi di mercato.

L'applicazione della selvicoltura sistemica comporta un cambiamento di approccio rispetto alla selvicoltura classica (Tabella 4).

Tabella 4. Forme di gestione forestale: confronto tra *selvicoltura classica* e *selvicoltura sistemica* (da CIANCIO, 1998).

<i>SELVICOLTURA CLASSICA</i>	<i>SELVICOLTURA SISTEMICA</i>
Struttura del bosco prefissata	Struttura indefinita nello spazio e nel tempo: bosco a struttura
Scelta della o delle specie	Mescolanza spontanea
Unità di gestione: - bosco coetaneo → compresa - bosco disetaneo → particella	Unità colturale: popolamento
Trattamento predefinito	Interventi cauti, continui e capillari con l'obiettivo di seguire i processi evolutivi dell'ecosistema
Ciclo colturale: - bosco coetaneo → turno - bosco disetaneo → diametro di recidibilità	Ciclo colturale: indefinito
Normalità strutturale: - bosco coetaneo → classi cronologiche - bosco disetaneo → classi di diametro	Autorganizzazione del bosco: verifica dei processi evolutivi del bosco
Ripresa predeterminata	Ripresa colturale
Prodotto annuo massimo e costante Bosco semplificato	Prodotto periodico Conservazione e aumento della biodiversità

Il bosco non può essere coltivato senza tenere conto dell'efficienza e della funzionalità dell'ecosistema. Non sarebbe né scientificamente valido né tecnicamente accettabile. Il bosco, si è detto, è un sistema biologico complesso. Appunto, un sistema.

La *selvicoltura sistemica, non-lineare, estensiva*, basata sul principio dell'autopoiesi, supera l'attuale concezione della coltivazione del bosco. Essa ha lo scopo di favorire la complessità biologica del sistema e, di conseguenza, la produttività, la resa e il valore economico del bosco sono *dipendenti* dall'ecosistema (Tabella 5).

L'unità colturale è a livello di popolamento. Gli interventi colturali e di utilizzazione sono *cauti, continui e capillari* – le tre C della selvicoltura – in funzione, appunto delle necessità dei vari popolamenti. L'obiettivo è di agire attivamente sui processi evolutivi dell'ecosistema senza turbarne eccessivamente gli equilibri.

I tagli di utilizzazione hanno il significato di vere e proprie cure colturali: appunto, nell'interesse del sistema biologico complesso bosco. Questo è disomogeneo e a struttura. La composizione è mista. Il ciclo è indefinito. La rinnovazione è naturale, continua e diffusa. Il monitoraggio, il controllo e la verifica dei processi evolutivi costituiscono gli elementi essenziali per riparare a eventuali errori. La ripresa è colturale e periodica. La gestione tende alla conservazione e all'aumento della complessità e alla costituzione di *silvosistemi autopoietici* in equilibrio con l'ambiente. Gli interventi colturali tengono conto di tutti gli organismi che interagiscono nel bosco e non solo della componente arborea.

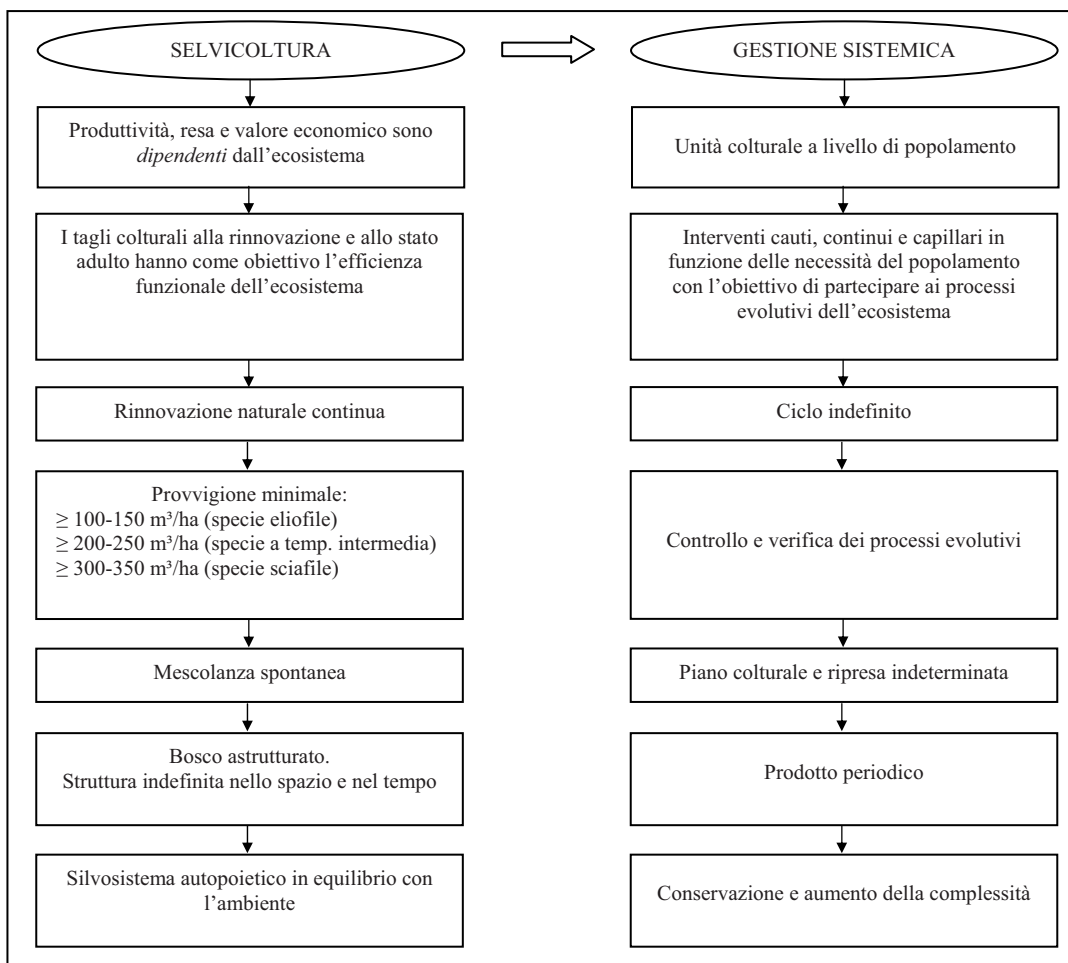
L'obiettivo è l'efficienza funzionale dell'ecosistema. Le operazioni colturali non seguono specifici schemi. Si effettuano in relazione alle necessità del popolamento in modo da facilitare la rinnovazione naturale continua e diffusa. Il monitoraggio bioecologico degli effetti della reazione dei popolamenti agli interventi effettuati è la guida per apportare eventuali correttivi. Come prima osservato, si adotta l'approccio scientifico di «prova ed errore».

La provvigione è basata sul criterio minimale. È maggiore o uguale a 100-150 m³ per ettaro se la composizione del popolamento è costituita prevalentemente da specie a temperamento eliofilo. È maggiore o uguale a 200-250 m³ per ettaro se la composizione

del popolamento è costituita prevalentemente da specie a temperamento intermedio. È maggiore o uguale a 300-350 m³ per ettaro se la composizione del popolamento è costituita prevalentemente da specie che sopportano l'aduggiamento, comunemente definite sciafile. I valori prospettati costituiscono i limiti insuperabili affinché, pur nelle diverse condizioni stazionali, compositive e strutturali e delle reali necessità dei singoli popolamenti, si possa aumentare la biodiversità e la complessità del sistema.

La selvicoltura sistemica prefigura boschi misti che non presentano una struttura definita nello spazio e nel tempo. Vale a dire, che non si caratterizzano né per la struttura coetanea né per quella disetanea né, tantomeno, per quella che comunemente è definita irregolare. Il motivo è evidente: l'irregolarità è alternativa alla regolarità. Un sistema biologico complesso è l'antonia di qualsiasi forma di regolarità o di irregolarità. La selvicoltura sistemica non tende verso forme strutturali regolari e, di conseguenza, neppure verso quelle irregolari. I boschi trattati secondo i criteri guida della selvicoltura sistemica costituiscono silvosistemi in equilibrio con l'ambiente.

Tabella 5. Selvicoltura sistemica e gestione sistemica.



8. LA PIANIFICAZIONE FORESTALE E LA GESTIONE SISTEMICA

La diversità è la regina del mondo.
GIUSEPPE CIANCIO

La selvicoltura sistemica e la gestione forestale sostenibile presuppongono l'adozione di una prospettiva ampia in modo da analizzare gli effetti delle scelte sui processi dell'ecosistema sia a scala temporale – breve, medio o lungo periodo –, sia a scala spaziale – dal popolamento al paesaggio.

La pianificazione forestale è un'arma preziosa per differenziare nel tempo e nello spazio gli interventi in modo da garantire, attraverso una accurata lettura delle diverse situazioni stazionali, compositive e strutturali, il mantenimento dell'efficienza del sistema bosco e la diversità biologica a livello di paesaggio.

La pianificazione forestale può essere realizzata a livello di territorio – pianificazione di primo ordine –; di comprensorio – di secondo ordine –; di azienda – di terzo ordine. Considerando che la maggior parte dei nostri boschi sono di proprietà privata (IFNC, 2005), la pianificazione forestale di terzo ordine, che si realizza attraverso il piano di assestamento o di gestione, assume particolare rilevanza.

Nel nostro Paese la pianificazione è sempre stata pensata e realizzata a livello aziendale. Tuttavia, frequentemente, i piani sono stati elaborati ma non sono stati applicati, oppure sono stati applicati in modo parziale e riduttivo. Nel primo caso, oltre a un evidente spreco di energia, lavoro e capitali, la non applicazione del piano ha comportato un uso del bosco controllato solo parzialmente o non controllato che spesso è travalicato nell'abuso. Nel secondo caso quasi sempre si è assistito a una strana applicazione del piano, con il prelievo della parte di materiale legnoso facilmente esboscabile e collocabile sul mercato e il rilascio delle piante senza evidenti particolari finalità colturali.

Ciò provoca danni al sistema biologico bosco che forse non sono visibili e quantificabili nell'immediato, ma i cui effetti negativi si ripercuotono nel medio lungo periodo. Inoltre, si creano le premesse per eludere gli obiettivi che il piano si propone di conseguire. L'esame di questa situazione induce a valutare la possibilità di rivedere le concezioni che stanno alla base della pianificazione e della gestione forestale, promuovendo nuovi criteri e metodi tendenti a eliminare o a ridurre in modo significativo siffatto stato di cose.

8.1 La sostenibilità della gestione dei silvosistemi

*La modestia si addice allo scienziato,
ma non alle idee che sono in lui
e che egli ha il dovere di diffondere.*
JACQUES MONOD

È giunto il momento di considerare il presente non solo in base al passato, ma pure in relazione al futuro. La valorizzazione dei sistemi forestali deve tenere conto, anche e soprattutto, della conservazione della biodiversità e della gestione sostenibile dei silvosistemi.

Le strategie per conservare la biodiversità forestale contemplan: a) la conoscenza dell'entità e della distribuzione della struttura genetica delle specie; b) l'identificazione di ecotipi a elevata potenzialità adattativa; c) i metodi di raccolta e le tecniche di conservazione del germoplasma; d) la creazione di arboreti; e) la certificazione; f) il controllo e la diffusione del materiale d'impianto.

La gestione dei silvosistemi fa riferimento sia alla rinaturalizzazione dei boschi semplificati da una gestione volta a conseguire il massimo reddito fondiario e sia alla selvicoltura sistemica, cioè a una *selvicoltura non lineare dipendente dall'ecosistema*. Su questi temi la ricerca scientifica si è molto prodigata, ottenendo risultati di rilievo che tuttavia non sempre trovano riscontro nella pratica. Evidentemente non sono problemi di natura tecnica, ma di natura politica, amministrativa e culturale.

I problemi connessi alla gestione forestale sostenibile possono risolversi solo attraverso l'analisi critica, la discussione e il confronto tra diversi specialisti che, appunto perciò, adottano i metodi propri delle varie discipline. Occorre superare schemi e dissensi. È necessario abbandonare ideologie accademiche ormai inattuali e verificare la validità o meno del metodo che dalla teoria si trasferisce alla prassi. La preoccupazione di molti studiosi di salvaguardare l'autonomia della propria disciplina, pur legittima e comprensibile, è un ostacolo all'incontro con l'etico e con il sociale.

Se invece si esamina il problema da un angolo visuale che tenga in debito conto la sostenibilità ecologica e la sua complementarietà con quella economica e sociale è possibile, pur con tutte le limitazioni del caso, effettuare un tentativo per una definizione

fuori dagli schemi, ma efficace e accettabile sul piano teorico e su quello operativo. La gestione forestale sostenibile supera quella classica consolidata nel tempo perché si fonda su una condizione incontrovertibile: *l'armonia dei processi di crescita tra sistemi interagenti*.

La rilettura dell'attività forestale nel XX secolo mette in evidenza luci e ombre. Si pensi al contrasto bosco-pascolo che ha caratterizzato tutta un'epoca e a quello più recente pascolo-bosco. Per i forestali il bosco è stato ed è in simbiosi disarmonica con il pascolo. La conquista o riconquista – prima per via artificiale e ora per via naturale – da parte del bosco di ampie aree montane e collinari ha messo e, invero, continua a mettere in crisi il settore zootecnico. Allorché manca l'armonia tra i processi di crescita tra sistemi interagenti viene a mancare anche il consenso e immediata e irruente scatta la «*tísis*» – la vendetta – con un unico risultato: l'aumento degli incendi e la conseguente distruzione del bosco.

Un errore assai comune è quello di considerare e gestire il bosco come un sistema isolato dagli altri sistemi. Al più, collegato al mercato. Il meccanismo di mercato *da solo* porta a un maggior consumo delle risorse da parte delle prime generazioni, cioè a un consumo più rapido di quanto dovrebbe. Laddove vi sono esternalità negative o diseconomie esterne, là c'è il fallimento del mercato ed è necessario l'intervento regolatore da parte dell'autorità pubblica.

Il collegamento bosco-mercato, così come attualmente strutturato, si basa su un processo di crescita che quasi sempre porta alla non crescita di altri sistemi con esso interagenti. Viene a mancare così quell'armonia, alla quale prima si faceva riferimento, che è condizione indispensabile per la sostenibilità.

Pur nella consapevolezza di entrare «dove gli angeli temono di mettere piede» o, se si vuole, di mettersi in gioco, di dissentire, di rischiare, nella convinzione che solo attraverso il dissenso si produce sapere, e che il rischio porta con sé alcune opportunità da cogliere, soppesare, scegliere, metabolizzare, utilizzare, qui si tenta di formalizzare una definizione di gestione forestale sostenibile, avvalendosi del sinergismo tra conoscenza scientifica e umanistica, ovvero identificando i legami epistemologici e i principi assiologici.

La gestione forestale è sostenibile se il sistema biologico bosco interagisce armonicamente con gli altri sistemi e i processi di crescita sono congruenti con un progetto mirato al progresso sociale e culturale.

8.2 Una nuova strategia forestale

La selvicoltura è un'attività ad alti costi e bassi redditi.
ORAZIO CIANCIO

Nel nostro Paese in questi ultimi anni la consapevolezza dell'utilità del bosco per migliorare la qualità della vita ha determinato la riduzione del suo uso a fini produttivi. Al tempo stesso – e ciò è paradossale – si è assistito all'aumento della richiesta di legno. C'è, poi, una realtà di cui tutti, volenti o nolenti, dobbiamo prendere atto: *La selvicoltura è un'attività ad alti costi e bassi redditi*. Malgrado i progressi della tecnologia e l'acquisizione di nuove conoscenze, in selvicoltura oltre certi limiti non è possibile ridurre i costi. Per farlo bisognerebbe applicare sistemi e tecniche colturali a carattere intensivo e ad alto impatto ambientale che sono in contrasto con la gestione sostenibile e la conservazione della biodiversità.

A tal proposito ritengo siano utili alcune riflessioni. La gestione sostenibile in alcuni casi è divenuta un luogo comune, in altri, peggio ancora, uno *escamotage* per far sì, come recita un noto aforisma, che *tutto cambi perché tutto resti come prima*. Spesso si usa questa espressione come chiave di volta per continuare a gestire il bosco secondo il sistema forestale canonico, orientato verso un uso prevalentemente se non esclusivamente produttivistico. La gestione sostenibile alla quale è connessa la conservazione della biodiversità, invece, ritengo si debba valutare attraverso la *dimensione spazio-tempo*.

In termini puramente scientifici attualmente si conoscono solo due modelli: l'universo

di Newton e quello di Einstein. Nel primo, *il tempo è assoluto e lo spazio relativo*; nel secondo, *spazio e tempo sono relativi*. Ma esiste un altro modello di universo, quello di Carroll. In esso *lo spazio è assoluto e il tempo è relativo*. Nel mondo di Carroll la Regina di cuori dice ad Alice: «Devi correre finché puoi, solo per rimanere nello stesso posto». Nei riguardi della biodiversità con la tecnica si corre, si corre e si corre, ma si resta sempre nello stesso posto: *lo spazio è assoluto e il tempo relativo*. Il bosco per sua stessa natura è un sistema ancorato alla sua dimora e porta le tracce del suo passato. Il suo futuro non è prevedibile. Su di esso agisce in modo del tutto sconosciuto il *tempo mutevole*.

Qualcuno si domanderà come sia possibile conciliare la richiesta di legno, che peraltro aumenta costantemente, con la gestione sostenibile e la conservazione della biodiversità. Questo problema si può affrontare in vari modi. A esempio: con la riduzione dei consumi di legno e dei prodotti derivati – alle volte tanto elevati da diventare spreco –, con il riciclaggio del legno e della carta, con l'aumento dell'efficienza e l'ottimizzazione della cosiddetta filiera bosco legno, ovvero dei processi di lavorazione delle industrie del legno e delle attività di costruzione. Ma anche, e forse soprattutto, dando un forte impulso all'arboricoltura da legno, cioè con la costituzione di *agrosistemi* a carattere forestale, destinati alla produzione di legno di qualità o in grande quantità. Queste coltivazioni attenuano l'impatto sui *silvosistemi*.

Tutto ciò, però, non vuol dire che il bosco deve essere lasciato a se stesso. Al contrario, bisogna coltivarlo secondo i criteri della selvicoltura sistemica, cioè con interventi discreti e mirati al mantenimento dell'equilibrio del sistema, in modo da fornire legno e, allo stesso tempo, evitare l'estinzione, la scomparsa o il temporaneo allontanamento di alcune specie vegetali e animali che, insieme alla qualità dell'aria, dell'acqua e dei suoli rappresentano – anche se è superfluo sottolinearlo – risorse che sono utili quanto e più del legno.

Una strategia forestale per essere credibile si deve fondare su una cultura in grado di interpretare al meglio l'armonia, l'originalità e la storia di ogni bosco. Solo così la selvicoltura e la gestione forestale sostenibile divengono il mezzo per tutelare e difendere il bosco e non il mezzo per sfruttare il bosco. Ciò implica l'instaurazione di un diverso rapporto uomo-natura: non più di dominio ma di rispetto della natura.

Sic stantibus rebus, è giunto il momento di auspicare che la gestione dei boschi naturali e paraturali avvenga secondo i criteri guida della selvicoltura sistemica e l'aumento della produzione di legno secondo i criteri guida dell'arboricoltura da legno. Coloro che operano nella selvicoltura devono dare un contributo di pensiero, di conoscenza scientifica, di sapienza tecnica, di cultura forestale in modo da promuovere una politica del settore più equilibrata, più rispettosa delle esigenze di tutti e in linea con le istanze che provengono dalla società.

È indispensabile un'azione di informazione tecnica e scientifica da parte dei forestali sulle possibilità di una gestione più rispettosa dei meccanismi funzionali dell'ecosistema bosco. La selvicoltura sistemica comporta la gestione degli equilibri sempre instabili e sempre da ricostruire tra uomo e natura. Questa azione di informazione deve essere diretta anche al grande pubblico, perché soltanto il grande pubblico è in grado di influire sul processo di formazione della politica ambientale.

9. LE TRE CULTURE DELLE SCIENZE FORESTALI

È più facile spezzare un atomo che un pregiudizio.
ALBERT EINSTEIN

Le scienze forestali sono impregnate da tre culture: la cultura protezionistica e produttivistica; la cultura della multifunzionalità; la cultura della complessità del bosco. In breve, L'evoluzione della selvicoltura, attraverso il tempo, è avvenuta in relazione a particolari aspetti economici e sociali più o meno preminenti in un dato periodo. I guasti, dovuti alla ipersemplicificazione di una gestione forestale mirata alla massimizzazione del

profitto che via via nel tempo si sono registrati e che continuano a verificarsi, sono connessi anche e, soprattutto, alla formazione di una cultura che ancora è viva in alcuni settori del mondo forestale. I grumi culturali, si sa, sono difficili da rimuovere.

Dall'analisi delle tre culture nelle quali si identificano le scienze forestali emergono alcune considerazioni di fondo. Si tratta dei principali cinque aspetti che interessano: 1) l'organizzazione del bosco; 2) l'approccio sistemico; 3) la collaborazione con operatori di diversa estrazione culturale; 4) la consapevolezza della salute del suolo, della fauna e dell'importanza del paesaggio; 5) la divulgazione della conoscenza.

Il primo aspetto – l'organizzazione del bosco – è indissolubilmente legato all'etica dell'interdipendenza degli alberi. A tal proposito ALFRED NORTH WHITEHEAD (1920) scrive: «Un albero, da solo, è soggetto alle avversità che le circostanze possono portare. Il vento ne arresta lo sviluppo, gli sbalzi di temperatura ne rovinano il fogliame, la pioggia denuda il suolo e le foglie vengono spazzate via e perdute, usate nei fertilizzanti. Si possono trovare singoli alberi vigorosi anche in circostanze eccezionali o laddove la mano dell'uomo è intervenuta nelle coltivazioni; ma, in natura, gli alberi crescono più spontaneamente associandosi nelle foreste. Probabilmente ogni albero perde parte della sua perfezione individuale nella crescita, ma collabora per mantenere le condizioni per sopravvivere. Il suolo è protetto e ombreggiato e i microbi necessari alla sua fertilità non vengono bruciati, congelati o inondati. La foresta rappresenta l'esaltazione dell'organizzazione di specie reciprocamente dipendenti».

Secondo WORSTER (1985) «Quest'esempio rappresentava contemporaneamente una soluzione pratica alla sfida ambientale, un ideale morale di armonia e un monito alla scienza affinché, nelle sue strategie analitiche, non scambiasse degli alberi per una foresta».

Il secondo aspetto – l'approccio sistemico – riguarda una evidenza incontestabile: ormai la concezione del bosco come sistema biologico complesso appartiene al senso comune. Di conseguenza, nella gestione si valutano le interazioni tra i vari componenti che costituiscono il sistema. In altre parole, si adotta la sistemica, ovvero una strategia di approccio ai problemi basata su una visione di eventi e processi tipici di tutti i sistemi, un approccio questo che cresce sull'*humus* culturale della complessità.

Il terzo aspetto – la collaborazione con operatori di diversa estrazione culturale – interessa i conflitti tra gli operatori scientifici e tecnici di diversa estrazione culturale in merito alla interpretazione di alcuni processi e alla valutazione delle metodologie di intervento in bosco. Una disputa che spesso investe ricercatori, studiosi, professionisti e, perché no, anche dilettanti che operano nel settore delle scienze forestali.

La soluzione di tali conflitti è correlata alla possibilità di collaborazione tra forestali, ambientalisti, ecologisti e naturalisti per una seria ricerca scientifica. Gli ambientalisti, gli ecologisti e i naturalisti hanno due vantaggi rispetto ai forestali: trovano consenso nella società civile e hanno mezzi e tempo maggiori di quanti ne abbiano i forestali. Questi ultimi costituiscono la classe dei professionisti e proprio per questo spesso operano non tenendo conto della necessità di rendere partecipi della propria attività le comunità che stanno a contatto con il bosco. Nei riguardi della foresta sono proprio gli ambientalisti, gli ecologisti e i naturalisti che sostengono la «cultura del bosco» e spingono per far emergere i problemi, aiutando così l'attività dei forestali.

Il quarto aspetto – la consapevolezza da parte dei forestali della salute del suolo, della fauna e dell'importanza del paesaggio – riguarda la cognizione da parte dei forestali che si dovrebbero rendere conto, come afferma ALDO LEOPOLD (1933), che l'incremento di legno comprato a spese della salute del suolo, della bellezza del paesaggio e della fauna è economia scadente, oltre che scadente politica pubblica.

Il quinto aspetto – la divulgazione della conoscenza – concerne la divulgazione della conoscenza dei fenomeni bioecologici che sottendono una alta funzionalità del sistema bosco. Questo compito è delegato a tutti gli uomini di cultura, ma è assolutamente ineludibile e prioritario per gli studiosi e i tecnici che lavorano nel settore forestale.

Il Congresso può e deve raffigurare un riverbero per un nuovo e più forte impulso in favore della formazione della scienza in campo forestale, utilizzando quanto di più attuale fornisce la tecnologia applicata al naturale e all'ecologico. Una prospezione che avrà un peso rilevante per una migliore conoscenza degli alberi, del bosco e dell'ambiente.

*Gli orizzonti erano ampi ed era naturale
guardare avanti di un centinaio d'anni,
il tempo necessario a una quercia per crescere.*
FREEMAN DYSON

Credo che tutti i ricercatori, e in particolare quelli forestali, abbiano l'obbligo di fare una riflessione sui rapporti tra scienza, tecnologia e etica; riflessione che man mano con il passar degli anni è divenuta uno dei miei principali interessi.

Il poeta WYSTAN HUGH AUDEN sosteneva che: «In quanto organismi biologici costituiti di materia, siamo soggetti alle leggi della fisica e della biologia; in quanto persone consapevoli che creano la propria storia, siamo liberi di decidere quale essa potrà essere. Senza la scienza non avremmo la nozione di uguaglianza, senza l'arte la nozione di libertà».

Esplorare i legami tra scienza, tecnologia e etica è certamente un argomento di grande fascino. Si pensi soltanto ai cambiamenti climatici con l'aumento della temperatura terrestre, alla desertificazione che avanza inesorabilmente, all'inquinamento del suolo, dell'acqua e dell'aria e all'influenza del bosco per mitigare questi inarrestabili processi di degrado con le conseguenze socioeconomiche che tutto ciò comporta.

In tale contesto una prima domanda è legata alla complessità del bosco e all'uso che l'uomo ne fa. La seconda domanda riguarda il futuro del bosco nelle tre diverse scale temporali: dieci, cinquanta, cento anni: appunto, come nell'aforisma prima citato, il tempo necessario a una quercia per crescere. Epperò, anche se dalla scienza e dalla storia abbiamo appreso che il futuro non è prevedibile, a queste domande i forestali devono dare risposte. Il futuro della selvicoltura comporta l'elaborazione di nuove idee e la consapevolezza dell'importanza del bosco per il miglioramento della qualità della vita.

Il mio approccio all'argomento si può raffigurare con Giano bifronte, il Dio dalle due facce contrapposte che guarda con una il passato e con l'altra il presente ed il futuro. Per questo ultimo aspetto tenterò di individuare la tipologia delle possibili rivoluzioni scientifiche che riguarderanno il campo forestale nel prossimo futuro; dall'altro i rapporti tra scienza, tecnologia, etica; e, in particolare, tra ecologia ed economia.

Ho prima accennato al futuro del bosco nei prossimi dieci, cinquanta, cento anni. Ho scelto queste scale perché da un lato rispondono al presente e dall'altro al futuro più o meno prossimo. Dieci anni è un lasso di tempo che per le attività umane rappresenta il normale orizzonte; in campo scientifico è la scala temporale di una rivoluzione determinata da nuovi strumenti. Nel settore forestale dieci anni non riguardano né un orizzonte specifico né l'affermazione di una rivoluzione, dieci anni rappresentano il presente più che il futuro. Se proprio si vuole andare nello specifico si tratta di un futuro epistemico, cioè di un futuro che ha lo scopo di indicare delle supposizioni, anche nel presente.

Cinquanta anni è il lasso di tempo necessario perché in campo forestale si affermi una rivoluzione scientifica. Voglio ricordare che i passaggi che hanno segnato lo sviluppo delle scienze forestali fondamentalmente si possono ricondurre a tre: 1) la ricerca dell'ordine nella e della foresta; 2) la proposizione nella selvicoltura e nella gestione forestale del ritorno alla natura; 3) la formulazione della selvicoltura sistemica. In altri termini, il passaggio dalla concezione protezionistica e produttivistica a quella della multifunzionalità, a quella autopoietica e sistemica del bosco.

Negli anni ottanta ho proposto di superare la concezione classica perché in conflitto con la cultura emergente e, soprattutto, in contrasto con le nuove conoscenze nel campo dell'ecologia. Questo processo iniziato da oltre venti anni ormai è accettato, ma non ancora in fase di compiuta attuazione. Forse tra trenta anni dopo la definitiva affermazione e la completa attuazione si avrà piena consapevolezza che si è trattato di una vera e propria rivoluzione scientifica nel senso prima indicato. E quello che oggi si chiama, spesso in modo improprio, gestione forestale sostenibile, allora, e solo allora, avrà un reale riscontro attuativo.

Ma non sarà questa la sola rivoluzione scientifica. Nei prossimi anni la tecnologia avrà messo a punto strumenti ancora più sofisticati e non è improbabile che si possano introdurre nuove metodiche e produrre piante capaci di adattarsi a condizioni climatiche

estreme o piante resistenti alle più svariate malattie o piante in grado di fornire a ritmi attualmente impensabili prodotti che possono trasformare l'economia di molte regioni geografiche.

Malgrado gli scogli di natura etica che sempre si frappongono in simili frangenti, non sembra questa una fase futuristica: viceversa è una fase più vicina di quanto si possa credere. Nei laboratori ci sono gli strumenti idonei a promuovere questa rivoluzione e altri ancor più sofisticati sono in corso di preparazione. Non si dimentichi che siamo nell'epoca della biologia, della determinazione della sequenza del genoma umano, dei processi di ingegneria molecolare, della ectogenesi: fenomeni e processi che lasceranno un segno indelebile e influiranno in modo significativo sugli orientamenti etici, sociali, economici e politici.

Cento anni è un lasso di tempo a misura forestale. Ciascuno di noi non potrà valutare gli sviluppi scientifici e tecnologici che si verificheranno. Nei prossimi cento anni è molto probabile che le vere – e sottolineo vere – battaglie ecologiche domineranno l'agenda politica a livello mondiale. In questo quadro le foreste avranno un peso determinante per la salvezza di Gaia.

L'uomo dovrà confrontarsi con problemi enormi dei quali ancora non si ha una percezione esatta. Quando si parla di tali problemi, spesso a proposito, talvolta a sproposito, si dovrebbe essere consapevoli che allo stato attuale si è solo alle avvisaglie, il resto al momento è incommensurabile. La tecnologia avrà fatto passi da gigante e probabilmente quello che nei prossimi anni sarà un progetto di vasta portata ai fini energetici potrebbe dimostrarsi fallimentare ai fini ecologici o, al contrario, un progetto elaborato a soli fini ecologici potrebbe scontrarsi con le necessità primarie di vaste regioni di Gaia. In questo senso occorre ricordare che per evitare di cadere nella trappola di ritenersi immuni dagli errori è necessario che anche le tecnologie che in un senso o in un altro rispondono a più o meno velati pregiudizi ideologici devono essere sottoposte al processo di selezione darwiniano.

La salvezza delle foreste dalla sistematica distruzione dovrà essere motivo di impegno di tutti affinché si spinga perché si prendano provvedimenti adeguati. Non si può gestire il presente senza pensare al futuro. Di una cosa possiamo essere certi: sopravviveremo se non danneggeremo oltre misura Gaia. Una scelta possibile è quella di considerare tutte le foreste di origine naturale come un parco ecologico. La salvezza del pianeta comincia da questa ipotesi. Ecco un'altra frontiera delle scienze forestali.

I forestali saranno impegnati nell'escogitare strumenti, studiare in laboratorio e sul campo, elaborare un progetto che da un livello globale consenta di risolvere i problemi a livello locale. Dovranno fare in modo che le soluzioni siano concepite in modo da salvaguardare le tradizioni e i «saperi locali». In un momento in cui la globalizzazione è imperante esprimo una idea che a molti può sembrare una eresia: chi vuole imporre soluzioni globali pensi a quanto affermava il poeta WILLIAM BLAKE: «Una stessa legge per il leone e per il bue è oppressione».

11. I DIRITTI DEL BOSCO E LE NUOVE FRONTIERE FORESTALI

La frontiera di oggi è il limite di domani.
JOHN D. BARROW

Nel maggio del 1995 alla fine di una tavola rotonda sul tema «Il bosco e l'uomo» e dopo un dibattito a dir poco effervescente, su mia proposta fu approvata, anche se a maggioranza, una mozione che testualmente affermava: «Il bosco è un sistema biologico complesso che svolge un ruolo determinante per il mantenimento della vita sul pianeta. Come tutti i sistemi viventi, il bosco è un'entità che ha 'valore in sé'. Un soggetto di diritti che va tutelato, conservato e difeso» (CIANCIO, 1996).

Per la prima volta in termini ufficiali in una sede prestigiosa, l'Accademia Italiana di Scienze Forestali, si poneva all'attenzione del mondo culturale e scientifico un problema di natura etica. Si può essere d'accordo oppure no. Nulla è più naturale e legittimo che

sull'argomento si abbiano pareri discordi. Esso si configura come un *trait d'ésprit*: rispettare la natura vuol dire rispettare se stessi. E, appunto per questo, in termini etici e culturali il rapporto tra l'uomo e il bosco diviene paritetico.

Ancor prima avevo ripetuto più volte che il bosco è un soggetto di diritti e l'uomo nei suoi confronti deve agire di conseguenza. E con ciò, a dire il vero, mi sono attirato anatemi a non finire anche a livello internazionale. Eppure, i problemi vanno affrontati e possibilmente risolti, sempreché non si voglia restare o, peggio ancora, essere posti al margine, alla periferia del sapere. Infatti, non si deve dimenticare che la questione dei diritti dei sistemi viventi, e quindi anche quelli del bosco, ormai è all'ordine del giorno dei «pensatoi» di tutto il mondo.

Per orientarci su quali potranno essere gli sviluppi futuri credo sia necessario analizzare i rapporti tra quella che ormai è definita *environmental philosophy* e il progresso che essa ha comportato nella scienza e nella tecnologia. Solo in questo senso è possibile aprire un dibattito in grado di portare un contributo fattivo per intravedere prima e disegnare poi i nuovi orizzonti, appunto, le nuove frontiere delle scienze forestali.

Credo sia a tutti chiaro che il dibattito che si è acceso nella comunità scientifica, e che investe in modo dirompente la società, si incentri sul rapporto uomo-natura. Un dibattito iniziato negli anni '70 e che attualmente conosce una fase estremamente interessante. Ma, non tutti i tecnici e i ricercatori, forestali e non, hanno seguito questo dibattito. Presi dal proprio lavoro, puramente tecnico e, per quanto riguarda la comunità scientifica, da una certa *purezza* metodologica e strumentale, che talvolta rasenta l'*oziosità scientifica*, hanno perso di vista il contesto epistemologico che sottende ogni impresa a carattere scientifico.

Il senso comune, si sa, si traduce in quell'*etica ambientale* che costituisce il punto elettivo di riferimento per indicare categorie, concetti e soluzioni pratiche di rilievo e comunque radicate in un discorso etico-analitico. È comune convinzione che soltanto gli esseri umani sono importanti dal punto di vista morale: le modalità con cui l'uomo agisce sull'ambiente non ha alcuna importanza, fatto salvo quando questa azione influisce sulla vita stessa dell'uomo. Solo, e solo, in tal caso si è obbligati a rivedere la posizione assunta nei confronti dell'ambiente.

Desidero qui ricordare un evento a dir poco straordinario avvenuto recentemente negli Stati Uniti d'America. Il 19 settembre 2006 la cittadina di Tamaqua, nella contea di Schuylkill in Pennsylvania, ha approvato una ordinanza rivoluzionaria che ha cambiato radicalmente il concetto di soggetto di diritti giuridici. In pratica, questa ordinanza riconosce alle comunità naturali e agli ecosistemi lo *status* di persona giuridica con propri diritti.

Come spesso accade, in Italia si portano avanti idee rivoluzionarie e in altri paesi, consapevolmente o inconsapevolmente poco importa, le applicano. Ritengo sia giunta l'ora di far presente alla società civile e all'autorità politica la necessità di operare nell'interesse generale con uno sguardo rivolto al futuro.

Ma a dire il vero, ancor prima ITALO CALVINO (1957) ha affrontato da par suo il problema. Cosimo, il barone rampante, acquista fama tra i *philosophes* (Voltaire, Diderot, ecc.) per certi trattati "politicalmente corretti" che scrive su temi come le costituzioni repubblicane e i contratti sociali. Ma uno di questi, dal titolo "*Progetto di Costituzione per Città Repubblicana con Dichiarazione dei Diritti degli Uomini, delle Donne, dei Bambini, degli Animali Domestici e Selvatici, compresi Uccelli Pesci e Insetti, e delle Piante sia d'Alto Fusto sia Ortaggi ed Erbe*", viene ignorato. Eppure, «Era un bellissimo lavoro, che poteva servire d'orientamento a tutti i governanti; invece nessuno lo prese in considerazione e restò lettera morta».

Il trattato di Cosimo, annota ROBERT P. HARRISON (1992), viene ignorato perché il suo tempo è interessato soltanto alla dichiarazione dei diritti dell'uomo – i diritti dei soggetti umani, non degli oggetti o delle specie della natura. Oggi noi siamo testimoni delle conseguenze di queste dichiarazioni unilaterali dei diritti di un'unica specie, incuranti dei diritti naturali di tutte le altre specie. In questo senso il trattato di Cosimo era in anticipo sui suoi tempi – e anche sui nostri, rispetto a tale questione.

Cos'altro aggiungere? Qualsiasi commento sarebbe ridondante e, quindi, inutile. Una cosa però si deve sottolineare. I poeti, gli artisti, i letterati, soprattutto se del calibro di

ITALO CALVINO, come sempre, fanno da apripista: generano cultura. Ai politici, agli accademici e ai tecnici non resta che prenderne atto e razionalizzare, ovvero dare contenuto pratico a quelle intuizioni e quelle sintesi soprattutto se le une e le altre sono eleganti e armoniose.

12. LINEE GUIDA PER UNA MODERNA POLITICA FORESTALE

Il futuro del bosco è legato da un lato allo sviluppo della ricerca e dall'altro a una politica forestale internazionale, nazionale e regionale che si inserisca nel più vasto campo della politica ambientale e persegua i seguenti obiettivi:

1. promuovere la selvicoltura sistemica: una selvicoltura sempre meno intensiva e sempre più flessibile, elegante e raffinata, basata su un nuovo paradigma scientifico;
2. realizzare piantagioni per arboricoltura da legno;
3. concretare misure di prevenzione e di difesa da danni biotici e abiotici al bosco e in particolare quelli connessi agli incendi boschivi;
4. favorire una economia forestale che tenga conto dell'elevato valore ambientale e sociale del bosco, della selvicoltura e delle differenze esistenti tra il settore pubblico e quello privato, configurando una nuova dimensione: la «cultura del bosco»;
5. promuovere una politica forestale di incoraggiamento alla selvicoltura sistemica: una politica che tenga conto dei problemi di natura finanziaria connessi alla gestione sostenibile del bosco.

Il bosco, si sa, è un bene di interesse pubblico. Chi possiede e tutela beni ambientali genera, per la collettività, una «economia esterna» diffusa, con valenza non solo di conservazione del suolo, ma anche igienica, turistica, estetica, storica e culturale. Se così è, c'è da chiedersi se sia equo che la collettività non indennizzi i proprietari per quella tutela.

Di più: chi paga per la rinaturalizzazione e per le cure colturali volte al ripristino o al mantenimento della funzionalità bioecologica del bosco artificiale? Se al bosco, per finalità di interesse pubblico, si pongono vincoli all'uso, allora occorre rimuovere gli ostacoli di natura sociale e finanziaria connessi a tali vincoli. Le soluzioni al problema non mancano. Non è una questione di selvicoltura ma di politica forestale.

La Comunità Europea finora ha finanziato l'arboricoltura da legno e solo da poco si occupa di foreste. Ma ciò è condizione necessaria ma non sufficiente per corrispondere alle esigenze della società. Attualmente, attraverso i Piani di Sviluppo Rurale, la Comunità concede contributi per la gestione sostenibile del bosco. Bisogna cogliere questa opportunità affinché la selvicoltura sistemica diventi realmente operativa.

Una politica forestale di incoraggiamento alla selvicoltura sistemica e alla gestione sostenibile del bosco assicura risultati bioecologici, ambientali e produttivi, svolgendo funzioni ad ampio spettro in favore della collettività.

È giunto il momento di elaborare una politica forestale mediterranea che preveda la gestione dei boschi di origine naturale secondo i criteri guida della selvicoltura sistemica e l'aumento della produzione di legno secondo i criteri guida dell'arboricoltura da legno. Attualmente la politica forestale fa riferimento a linee di pensiero elaborate nel Nord e nel centro Europa che, ovviamente, tengono conto soprattutto di quelle realtà. I forestali che operano nella regione mediterranea possono e devono dare un contributo di pensiero, di conoscenza scientifica, di sapienza tecnica, di cultura forestale in modo da promuovere una politica del settore più equilibrata, più rispettosa delle esigenze di tutti e in linea con le istanze che nascono dalla società.

Si deve passare da una cultura di basso profilo a una cultura di alto profilo. Occorre pensare alla gestione del bosco non solo sotto l'aspetto pratico, ma anche in senso estetico, metafisico ed etico. Se così è, allora con THOMAS HUXLEY (1947) si può dire che è di estrema importanza partecipare alla soluzione di questi problemi non solo in qualità di tecnici o come persone che vogliono usare prodotti ricavati dal legno, ma come esseri umani dotati di una natura morale, di una natura estetica e con un'inclinazione filosofica. La strada è lunga e difficile. Ma è l'orizzonte possibile.

13. IL METODO SCIENTIFICO IN CAMPO FORESTALE

*Se i fatti e la teoria non concordano,
cambia i fatti.*
ALBERT EINSTEIN

Sul piano scientifico, la ricerca ha cercato di dimostrare che i sistemi biologici complessi possono e devono essere compresi solo con un'ottica riduzionistica. Questa visione è fortemente sostenuta dai fautori della «estetica» nella scienza. Essi vorrebbero una scienza rigorosa, precisa ed elegante, come la matematica di NEWTON.

L'«estetica» fin dai tempi di PLATONE ha ispirato una idea della scienza in cui tutto è bello, simmetrico e deducibile da pochi principi fondamentali. La nostra idea invece concorda con quanti – e sono molti – ritengono che l'«estetica» nella natura diviene scienza perché derivante da complessità formidabili, che si possono riscontrare anche ai livelli più elementari.

Gli elementi che servono a caratterizzare un lavoro scientifico costituiscono il metodo. Il metodo fornisce la spiegazione che si cerca. Si vagliano le linee da seguire e si valuta quanto ampia deve essere tale spiegazione, quanto è vasto il problema e quali altre questioni vi siano legate. Una buona spiegazione deve sapere individuare anche le questioni collaterali.

Le osservazioni di per sé non dicono molto di più di quello che tutti, scienziati e non, vedono. Divengono materiale di prova quando sono accompagnate da una descrizione teorica che mette in luce la loro rilevanza rispetto al problema posto. La descrizione della natura si fa costruendo teorie che, a loro volta, danno senso e valore al materiale osservativo.

La comprensione del bosco da un lato è definita dall'interpretazione dell'insieme delle parti che lo costituiscono e dall'altro è determinata dalla conoscenza del significato delle singole parti. L'olismo e il riduzionismo sono facce di una stessa medaglia. L'uno è opposto e complementare all'altro. Il paradigma scientifico è radicalmente diverso, ma l'obiettivo è lo stesso: conseguire il più alto livello di conoscenza della natura.

In breve, sul piano operativo si agisce adottando il nuovo paradigma applicato al sistema biologico bosco, cioè *il metodo scientifico per tentativi ed eliminazione degli errori*.

14. FORMAZIONE, INFORMAZIONE E LA RELAZIONE TRA NATURA E CULTURA

Bon droit a besoin d'aide.
MOLIÈRE

Il disboscamento a livello planetario aumenta a ritmi esponenziali. La foresta tuttora è trattata non come una risorsa rinnovabile, ma come una miniera dalla quale si può estrarre quanto occorre fino all'esaurimento. Lo sfruttamento va ben oltre i limiti della rinnovabilità biologica e delle reali necessità. Il prelievo di legno segue criteri puramente speculativi. Eppure, mai come oggi, la globalità e la pervasività delle questioni ambientali e della salvaguardia delle foreste suscitano l'attenzione dei massimi esponenti politici del mondo. La spinta per orientare lo sviluppo in modo diverso e sostenibile diviene sempre più forte.

Nei Paesi industrializzati il bosco non è più minacciato dall'abuso per soddisfare le necessità primarie, lo è da un processo senza volto e senza anima: una pseudocultura che sa tutto dei prezzi ma non sa nulla dei valori. Stando così le cose, qual è la condizione per convincere la gente a fare scelte i cui risultati si vedono solo in prospettiva? Non c'è altra via che la partecipazione e l'istruzione.

È indispensabile un'azione di informazione tecnica e scientifica da parte dei forestali sulle possibilità di una gestione più rispettosa dei meccanismi funzionali dell'ecosistema bosco. Questa azione di informazione deve essere diretta anche al grande pubblico, perché soltanto il grande pubblico è in grado di influire sul processo di formazione della politica ambientale.

Lo sviluppo tecnologico e il progresso conoscitivo conseguito nel campo delle scienze forestali e ambientali hanno determinato un mutamento nelle modalità concettuali di approccio al bosco. La base di riflessione è quella relativa alla concezione della conoscenza, cioè all'epistemologia, e a quella dei valori, ovvero all'assiologia.

Molti non attribuiscono al bosco «valore in sé». Altri, invece, ritengono che dalla concezione di *valore delle cose* si debba passare a quella di *valore nelle cose*, soprattutto quando si faccia riferimento alle comunità biotiche. Se il bosco ha titolo ad esistere, allora, come da qualche tempo hanno evidenziato alcuni filosofi e accademici forestali, il problema dei diritti è inevitabile. Al più si potrà discutere sulla priorità e sui limiti da assegnare ad alcuni diritti rispetto ad altri.

Forse sarebbe opportuno soffermarsi su una idea: è mutato *il paesaggio intellettuale complessivo* e il portato di questo mutamento è una visione diversa, più vasta e completa del bosco. La «formazione all'ambiente» si configura come un processo di crescita sociale e culturale che inevitabilmente coinvolge le politiche e i processi economici connessi alla gestione forestale.

Se non si vuole incorrere in una sciocca e decadente «*hybris*», è indispensabile che sui temi cruciali per il futuro di tutti noi l'opinione pubblica sia informata correttamente. Se il processo *informativo* è importante, quello *formativo* è fondamentale. Occorre educare i giovani alla scienza e, invece, come scrive RENATO DULBECCO (1995) «L'educazione scientifica nelle scuole sembra non raggiungere il proprio scopo, perché non si trasmette l'eccitazione della scoperta di cose sconosciute, che è la parte più importante della scienza». Insomma, occorre un nuovo pensiero, una nuova prospettiva filosofica nei confronti della natura; o, se si vuole, un nuovo modo di vedere il bosco.

Le scienze forestali hanno dimostrato che il bosco è un «sistema biologico complesso», con il risultato di proporre problemi di natura etica che solo la conoscenza può aiutarci a risolvere. Oggi più che mai il rapporto uomo-bosco deve essere interpretato in modo evolutivo e sinergico. La necessità di ripensare tale rapporto deriva dalla consapevolezza dell'influenza di alcuni fattori: la variabilità biologica, l'autopoiesi del sistema bosco nelle fasi di strutturazione, la trasformabilità ambientale, l'interdipendenza tra processi economici, sociali e culturali... E poiché la cultura fa parte della storia evolutiva del rapporto uomo-bosco, è il contesto culturale delineato da tale rapporto che determina la reificazione del «pensiero forestale».

Si impone un cambiamento di obiettivi, dunque. Cambiando gli obiettivi sarà possibile: mantenere la complessità e la stabilità del sistema, affermare il principio che il bosco è una entità che ha valore in sé, e, soprattutto, collegare i problemi economici e ambientali a quelli sociali e politici. Per supportare decisioni scientifiche e tecniche appropriate, le direttrici che dovremmo seguire per fornire una informazione quanto più ampia e completa possibile sono:

1. verifica della validità della tecnica forestale in rapporto al cambiamento culturale in atto;
2. formazione dei giovani alle nuove acquisizioni della scienza e alla «cultura del bosco»;
3. ricerca innovativa sul piano teorico, su quello sperimentale e su quello pragmatico;
4. progettare una nuova politica forestale a sostegno della selvicoltura tesa a valorizzare il bosco nei suoi molteplici aspetti: protettivo, produttivo, miglioramento della qualità dell'acqua e dell'aria, biodiversità, mitigazione degli effetti dei cambiamenti climatici, desertificazione...
5. prevedere uno studio in grado di indicare il peso in termini finanziari delle esternalità che esso fornisce;
6. progettare studi e ricerche a carattere umanistico oltre che scientifico con l'obiettivo di far comprendere che il bosco è un'entità che ha valore in sé e, in quanto tale, di riconoscere i diritti che possiedono tutti i portatori di vita.

Si tratta di problemi che devono essere affrontati e valutati attentamente per dar forza al nostro settore e per presentarci alla società civile con idee chiare e basate su ricerche di avanguardia.

Reinterpretare il rapporto bosco-uomo vuol dire reinterpretare la relazione tra natura e cultura. Se così è, per disegnare processi formativi appropriati bisogna avvalersi dell'apporto delle scienze bioeducative. La «formazione all'ambiente» si configura come un processo di crescita sociale e culturale che inevitabilmente coinvolge le politiche e i processi economici connessi alla gestione forestale. L'economia non prospera senza la cultura, il benessere non cresce senza l'istruzione e la formazione. Il tracciato è delineato, ma il cammino è lungo e difficile.

Bisogna dunque riconoscere che la recente svolta della selvicoltura sistemica ormai ha reso concreta, per la prima volta, la possibilità di riconsiderare i boschi al fine di conservare e aumentare la biodiversità in modo autonomo come, peraltro, si addice a tutte le risorse rinnovabili, permettendoci di ridefinirli come veri e propri sistemi biologici complessi. Questi boschi, che sono in grado di elargire elevate esternalità, di fatto apriranno la porta alla terza rivoluzione forestale del XXI secolo.

15. CONCLUSIONI

Il sapere moltiplica il non sapere.
ORAZIO CIANCIO

Ogni movimento culturale che riguarda il territorio, e, di conseguenza, le sue componenti sociali ed economiche, tende a ricercare le sue radici nel passato e a proiettarsi, come ideale, nel futuro. Questa elaborazione culturale è già iniziata, ma non ha avuto la spinta propulsiva necessaria per affermarsi. Uno dei motivi consiste nel fatto che l'*establishment* non ne ha percepito l'importanza. Non ha percepito che la discussione e lo spirito critico servono a capire e a capirsi e, se possibile, a creare i propri miti e le proprie istituzioni.

La gestione forestale, e con essa la selvicoltura, lo si è prima rilevato, si è evoluta nel tempo, passando da una concezione di tipo economico produttivistico, a quella attuale, in cui al sostantivo gestione si associa l'aggettivo sostenibile. Il dibattito su questi temi ha prodotto una serie di prese di posizione e di interpretazioni diverse.

I forestali hanno preferito guardare alla tecnica per la soluzione dei problemi, ma l'attuale dibattito sta a dimostrare l'*inadeguatezza dell'approccio tecnocratico*. La gestione forestale non può basarsi solo sui principi dell'economia di mercato. Il mercato è una forza con cui si devono fare i conti, ma non è un valore assoluto, soprattutto nel campo delle risorse rinnovabili.

La selvicoltura classica, il cui orientamento principale è indissolubilmente legato alla massimizzazione della produzione legnosa, trova sempre più contrasti nella società. E, volenti o nolenti, bisogna prenderne atto. Parafrasando BISMARCK, spesso ho il sospetto che alcuni forestali continuino a pensare che la complessità del sistema bosco è un lusso che non tutti possono permettersi. Errore imperdonabile, ahimè. Ma, è bene sottolinearlo, fortunatamente i tempi sono cambiati. Ormai si prospettano nuovi orizzonti, pur nella consapevolezza che le frontiere di oggi saranno i limiti di domani.

La gestione forestale è a un bivio. L'attuale «emergenza» si identifica con le nuove esigenze della società e, al tempo stesso, con la scarsa redditività dell'attività forestale. A ciò si aggiunga che la «cultura della complessità» ha inciso e incide sull'evoluzione del concetto di gestione che si va modificando da «gestione del bosco» in «gestione degli ecosistemi». Attualmente alla nozione di gestione sostenibile si associa quella di biodiversità. La sostenibilità e la biodiversità sono ecologicamente interconnesse.

In sintesi, la gestione forestale non tende più a privilegiare una o più funzioni, ma tende a creare i presupposti per conseguire la resilienza del sistema biologico bosco e l'armonia tra processi evolutivi e tra sistemi interagenti. Questo insieme di problemi sta all'origine della moderna selvicoltura, della pianificazione e della gestione forestale sostenibile.

Il bosco è un sistema biologico complesso e in quanto tale deve essere governato secondo i canoni della selvicoltura sistemica. Lo impone la nuova visione del bosco e la «nuova cultura forestale». Questa teoria è a un tempo una novità e una realtà. Di più: il suo ulteriore sviluppo è una necessità. E, pertanto, dovrebbe diventare un bene comune a tutti gli operatori forestali – ricercatori, tecnici e amministratori – così come da ora in poi bisogna comprendere che è necessario fare i conti con una nuova era nella pianificazione e nella gestione forestale.

A onor del vero, si deve dire che la ricerca forestale sul piano dell'acquisizione e dell'accumulo di dati e di conoscenza ha fatto e continua a fare molta strada. Tutto questo è necessario, ma purtroppo non è sufficiente. La spiegazione scientifica non sempre

corrisponde all'aspettazione. Da qui le inevitabili difficoltà. La questione, a mio avviso, è di altra natura. Bisogna rendersi conto che qualsiasi indagine empirica deve essere ancorata a un apparato teorico. Questa è la *raison d'être* dell'epistemologia.

C'è di più, secondo WILLIAM I. B. BEVERIDGE (1950) «Per il pensiero creativo è più importante vedere il bosco che gli alberi; lo studioso si trova nel pericolo di riuscire a vedere soltanto gli alberi. Lo scienziato con una mente matura, che ha riflettuto molto su una quantità di materiale scientifico, non ha avuto soltanto il tempo di accumulare dettagli tecnici, ma ha acquisito una visuale sufficiente per scorgere il bosco».

In breve, prima di dare un senso ai dati empirici occorre ri-conoscere il bosco. Bisogna essere in-formati a leggerlo. Il che vuol dire stare a contatto con esso, compartecipare alla sua vita, guardarlo con rispetto e amore. Non ci sono alternative. Non si sfugge a questa regola. Altrimenti..., altrimenti si cercherà di dare un senso a dati che si riferiscono a non si sa bene che cosa.

La scienza ha valore se è in grado di spiegare e di predire. La cultura scientifica dominante è tesa a programmare il futuro sulla base dei dati acquisiti con esperimenti e osservazioni. Ebbene, in biologia e in selvicoltura le attuali conoscenze non consentono di essere certi che il cambiamento di alcune condizioni non influisca sui risultati. L'incertezza deriva dal fatto che si opera in ambiente mutevole. Come è facile intuire, questo dato fattuale comporta problemi di natura metodologica, sui quali, invece di soffermarsi a riflettere, spesso si sorvola con grande disinvoltura.

Ormai è evidente a tutti che bisogna mutare atteggiamento nei confronti del bosco. Occorre procedere a radicali modifiche nell'approccio scientifico. Occorre riprendere su basi nuove il dibattito sulla gestione forestale, altrimenti si finisce con il governare il passato: si trascrive o si ripete quanto acquisito in condizioni ambientali e in situazioni socio-economiche diverse da quelle attuali. E a farne le spese, manco a dirlo, sarà sempre e comunque il bosco.

Occorre essere pervasi dall'idea che *La scienza è fatta di dati, come un bosco di alberi, ma un ammasso di dati non è scienza così come un insieme di alberi non è un bosco*. La selvicoltura sistemica può trovare una soluzione soltanto nella «saggezza forestale», cioè solo se all'ecologia e all'economia si associ anche l'etica. Appunto, la «saggezza forestale» intesa come unità tra scienza ed etica.

Concludo con un aforisma di PETRONIO – *Satyricon* cap. 44 – che è parte integrante del logo dell'Accademia Italiana di Scienze Forestali «*Serva me, servabo te*».

SUMMARY

WHICH SILVICULTURE FOR THE XXI CENTURY?

Cultural, social, and economical conditions characterizing the beginning of the third millennium require a critical revision of silviculture and a new forest strategy, which takes into account that *forest is a complex biological system, essential to make the present liveable and the future possible*.

In the first part of the paper the concept of silviculture is analyzed from an epistemological, scientific, technical and ethical point of view. In particular, the study focuses on the evolution of forestry thought and on the description of the three features characterizing *classical silviculture*: financial silviculture, silviculture on ecological bases, naturalistic silviculture.

Through the analysis of the relationship between ecology, silviculture, management and economic processes, the second part of the paper emphasizes the relevance of the concept of *systemic silviculture* in sustainable forest management and forest policy, pointing out the possible scientific developments in the next ten, fifty and one hundred years.

RÉSUMÉ

QUELLE SYLVICULTURE POUR LE XXI SIECLE?

Les conditions culturelles, sociales et économiques qui caractérisent le début du troisième millénaire imposent une révision critique de la sylviculture et une nouvelle stratégie forestière, en tenant compte que *la forêt est un système biologique complexe, indispensable pour rendre vivable le présent et possible le futur.*

La première part de la relation analyse le concept de sylviculture d'un point de vue épistémologique, scientifique, technique et éthique, à partir du Moyen Age jusqu'à nos jours. En particulier, l'étude se concentre sur l'évolution d'une pensée forestière et sur la description des trois formes de la *sylviculture classique*: la sylviculture financière, la sylviculture sur bases écologiques et la sylviculture naturalistique.

Par l'analyse de la relation entre l'écologie, la sylviculture, l'aménagement et le procès économique, la deuxième partie du compte-rendu met en évidence la pertinence et les caractéristiques de la *sylviculture systémique* dans la gestion durable et dans la politique forestière, et pour le possible développement de la recherche et de la gestion forestière dans les dix, cinquante et cent prochaines années.

BIBLIOGRAFIA

- BAKER F.S., 1950 - *Principles of silviculture*. New York, etc., McGraw-Hill Book Company, 414 p.
- BEHAN R.W., 1997 - *Scarcity, simplicity, separatism, science and systems*. In: Kohm K. A., Franklin J. F. (eds) - *Creating a Forestry for the 21st century. The Science of Ecosystem management*. Island Press, Washington, D.C., p. 441-417.
- BERNETTI G., 1977 - *La selvicoltura naturalistica nella storia del pensiero forestale*. Annali dell'Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze, vol. 26: 237-257.
- BERNETTI G., MANOLACU GREGORI M., NOCENTINI S., 1980 - *Terminologia forestale*. Acc. It. Sc. For., CNR, 518 p.
- BEVERIDGE W.I.B., 1950 - *The Art of Scientific Investigation*. William Heinemann Ltd. Trad. Ital. *L'arte della ricerca scientifica*, 1981. Armando Armando Editore.
- BIOLLEY H., 1901 - *Le Jardinage cultural*. Journal Forestier suisse, (6): 97-104; (7/8): 113-131.
- BIOLLEY H., 1916 - *L'anomalie du "matériel normal"*. Journal Forestier Suisse.
- BIOLLEY H., 1920 - *L'aménagement des forêts par la méthode expérimentale et spécialement la méthode du contrôle*. Attinger Frères, Neuchâtel.
- BIOLLEY H., 1922 - *L'aménagement des forêts*. Neuchâtel.
- BIOLLEY H., 1926 - *L'orientation de l'aménagement des forêts en Suisse*. Actes du premier Congrès International de Sylviculture. Rome, 29 avril - 5 mai 1926. Imprimerie de l'Institut international d'Agriculture, vol. 4: 19-29.
- BIOLLEY H., 1928 - *La méthode d'aménagement dite "Méthode du contrôle"* Schweiz. Zeitschrift für Forstwesen, 79 (1): 1-6; 79 (2): 28-35; 79 (3): 58-61.
- BUONGIORNO J., 1996 - *Uneven-aged management in Europe and North America: new methods for old concepts*. The S.J. Hall Lectureship in Industrial Forestry, April 12. University of California, Berkeley. Department of Forestry and Resource Management. College of Natural Resources, 29 p.
- BUREL A., 1888 - *Étude sur la constitution normale des forêts jardinées*. Paris.
- CALVINO I., 1957 - *Il barone rampante*. Einaudi, Torino.
- CANTIANI M., 1963 - *Sviluppi del metodo colturale nell'assestamento forestale*. L'Italia Forestale e Montana, 18 (1): 46-48.
- CANTIANI M., 1986 - *La determinazione dello stato normale*. In: Nuove metodologie nella elaborazione dei piani di assestamento dei boschi. ISEA, Bologna.
- CAVALLI SFORZA L., CAVALLI SFORZA F., 2007 - *Scienza e Umanesimo: oltre le «due culture»*. I Classici e la Scienza. Gli antichi, i moderni, noi. (a cura di Ivano Dionigi). BUR, Milano.

- CIANCIO O., 1981 - *I massimi sistemi in selvicoltura*. Annali Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze, vol. 30: 113-142.
- CIANCIO O., 1991 - *La gestione dei querceti di Macchia Grande di Manziana: la teoria del sistema modulare*. Cellulosa e Carta, 42 (1): 31-34.
- CIANCIO O., 1991 - *La Selvicoltura oggi*. L'Italia Forestale e Montana, 46 (1): 7-20.
- CIANCIO O., 1992 - *La questione forestale italiana: l'orizzonte possibile*. L'Italia Forestale e Montana, 47 (6): 321-339.
- CIANCIO O., 1994 - *Selvicoltura, assestamento, economia forestale ... e altro*. L'Italia Forestale e Montana, 49 (3): 233-240.
- CIANCIO O., 1996 - *Il bosco e l'uomo* (a cura di Orazio Ciancio). Accademia Italiana di Scienze Forestali. Firenze.
- CIANCIO O., 1997 - *La selvicoltura ritrovata*. L'Italia Forestale e Montana, 52 (3): 161-191.
- CIANCIO O., 1998 - *Gestione forestale e sviluppo sostenibile*. Atti del Secondo Congresso Nazionale di Selvicoltura per il miglioramento e la conservazione dei boschi italiani. Venezia, 24-27 giugno 1998, vol. 3: 131-187.
- CIANCIO O., CUTINI A., MERCURIO R., VERACINI A., 1986 - *Sulla struttura della pineta di pino domestico di Alberese*. Annali Istituto Sperimentale per la Selvicoltura, vol. 17 (1984), 171-236.
- CIANCIO O., IOVINO F., MENGUZZATO G., NOCENTINI S., 1995 - *The silvicultural method of yield regulation: a problem of forest cultivation and management. Il metodo colturale: un problema di selvicoltura e di assestamento forestale*. L'Italia Forestale e Montana, 50 (1): 2-19.
- CIANCIO O., IOVINO F., NOCENTINI S., 1994 - *The theory of the normal forest. La teoria del bosco normale*. L'Italia Forestale e Montana, 49 (5): 446-462.
- CIANCIO O., IOVINO F., NOCENTINI S., 1994 - *Still more on the theory of the normal forest: why we insist on saying no to it. Ancora sulla teoria del bosco normale: perché si insiste nel dire no*. L'Italia Forestale e Montana, 50 (2): 118-134.
- CIANCIO O., IOVINO O., MENGUZZATO G., NOCENTINI S., 1995 - *Huffel's "fûtaie claire": a little known silvicultural and management system. La fustaia chiara: un sistema di trattamento e di gestione poco noto*. L'Italia Forestale e Montana, 50 (3): 262-273.
- CIANCIO O., MERCURIO R., NOCENTINI S., 1981 - *Le specie forestali esotiche e le relazioni tra arboricoltura da legno e Selvicoltura*. Annali dell'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura, Arezzo, vol. 12: 1-103.
- CIANCIO O., MERCURIO R., NOCENTINI S., 1982 - *La sperimentazione di specie forestali esotiche in Italia - Risultati dopo un sessantennio*. Annali dell'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura, Arezzo, vol. 13: 105-713.
- CIANCIO O., NOCENTINI S., 1994 - *Gurnaud's control method and silviculture on natural basis: a forest management and silvicultural question. Il metodo del controllo e la selvicoltura su basi naturali: un problema colturale e di gestione forestale*. L'Italia Forestale e Montana, 49 (4): 336-356.
- CIANCIO O., NOCENTINI S., 1994 - *La gestione forestale nelle aree protette*. Linea ecologica, 26 (6): 10-13.
- CIANCIO O., NOCENTINI S., 1994 - *Problems and perspectives of forest management. Problemi e prospettive della gestione forestale*. L'Italia Forestale e Montana, 49 (6): 550-566.
- CIANCIO O., NOCENTINI S., 1995 - *Il bosco: quale forma di gestione?* In: Occhi verdi sulle foreste. La selvicoltura e i tecnici forestali per la conservazione della biodiversità. Atti del Convegno Visso - Parco Nazionale dei Monti Sibillini, 12/12/94. Legambiente; Ministero per le Risorse Agricole Alimentari e Forestali, Direzione Generale Economia Montana e Foreste, p. 55-61.
- CIANCIO O., NOCENTINI S., 1995 - *Nuovi orientamenti in selvicoltura*. In: Giornate di studio sul "Global change", il verde per la difesa ed il ripristino ambientale. 6ª giornata: il ruolo della selvicoltura per la difesa e il ripristino dell'ambiente. I Georgofili. Atti dell'Accademia dei Georgofili. 7ª ser., vol. XLII: 11-23.
- CIANCIO O., NOCENTINI S., 1996 - *La gestione forestale tra ecologia, economia ed etica*. In: Il bosco e l'uomo (a cura di Orazio Ciancio). Accademia Italiana di Scienze Forestali. Firenze.

- CIANCIO O., NOCENTINI S., 1996 - *Systemic silviculture: scientific and technical consequences. La selvicoltura sistemica: conseguenze scientifiche e tecniche*. L'Italia Forestale e Montana, 51 (2): 112-130.
- CIANCIO O., NOCENTINI S., 1996 - *Il bosco e l'uomo: l'evoluzione del pensiero forestale dall'umanesimo moderno alla cultura della complessità. La selvicoltura sistemica e la gestione su basi naturali*. In: Il bosco e l'uomo (a cura di Orazio Ciancio). Firenze, Accademia Italiana di Scienze Forestali, p. 21-115.
- CIANCIO O., NOCENTINI S., 1997 - *The forest and man: the evolution of forestry thought from modern humanism to the culture of complexity. Systemic silviculture and management on natural bases*. In: The forest and man (Edited by O. Ciancio), Firenze, Accademia Italiana di Scienze Forestali. p. 21-115.
- CIANCIO O., NOCENTINI S., 1997 - *The scientific paradigm, "good silviculture" and the wisdom of the forester*. In: The forest and man (Edited by O. Ciancio), Firenze, Accademia Italiana di Scienze Forestali, p. 257-268.
- CIANCIO O., NOCENTINI S., 1997 - *Forest management between ecology, economics and ethics*. In: The forest and man (Edited by O. Ciancio), Firenze, Accademia Italiana di Scienze Forestali, p. 223-236
- CLAUSER F., 1982 - *Sull'evoluzione dei cedui «invecchiati»*. Monti e Boschi, 33 (1/2): 23-25.
- COTTA A., 1910 - *Appunti sulle lezioni di selvicoltura*. R. Istituto di Vallombrosa. Vallombrosa, 724 p.
- COTTA A., 1947 - *Legislazione forestale*. L'Italia Forestale e Montana.
- COTTA A., PAVARI A., 1922 - *L'indirizzo della selvicoltura mediterranea*. Atti del I° Convegno tecnico-forestale italiano. Firenze, p. 45-60.
- D'ALVERNY A., 1927- *Contre la note du 1883*. Revue des Eaux et Forêts, p. 515-516.
- D'ALVERNY A., 1935 - *Notes sur la densité des peuplements jardinés*. Revue des Eaux et Forêts, p. 515-516.
- DA RIOS G.B., 1922 - *Sulla composizione normale delle fustaie resinose da taglio saltuario*. Atti del I Convegno tecnico-forestale italiano. Firenze: 260-306.
- DE LIOCOURT F., 1898 - *De l'Aménagements des Sapinières*. Bulletin Société Franche Comté et Belfort.
- DE PHILIPPIS A., 1937 - *Classificazioni e indici del clima in rapporto alla vegetazione italiana*. R. Stazione Sperimentale di Selvicoltura. Ricci, Firenze.
- DE PHILIPPIS A., 1954 - *Appunti delle lezioni di ecologia forestale e selvicoltura generale*. CaM, Firenze, p. 1-399.
- DE PHILIPPIS A., 1967 - *La selvicoltura di fronte al crescente fabbisogno di prodotti legnosi*. L'Italia Forestale e Montana, 22 (3): 140-151.
- DE PHILIPPIS A., 1970 - *Governo e trattamento dei boschi: dall'insegnamento di Vallombrosa alla realtà di oggi*. In: L'Italia forestale nel Centenario della Fondazione della Scuola di Vallombrosa. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze, p. 87-117.
- DE PHILIPPIS A., 1983 - *Selvicoltura*. Enciclopedia agraria. R.E.D.A., vol. 11: 181-192.
- DENGLER A., 1930. *Waldbauauf ökologischer Grundlage*. Berlin.
- DI BERENGER A., 1863 - *Studii di archeologia forestale*. Rist. foto-lito Acc. It. Sc. For., Firenze, 806 + 83 p.
- DI TELLA G., MERENDI A., 1922 - *I primi passi dell'assestamento delle nostre foreste demaniali*. Atti del I Convegno tecnico-forestale italiano. Firenze, p. 33-44.
- DIETRICH V., 1941 - *Forstliche Betriebswirtschaftslehre*. Bd. 3, Erfolgsrechnung, Zielsetzung. Parey, Berlin et Hamburg.
- DULBECCO R., 1995 - *Ricerca, educazione e società*. Scienza e società. Marsilio, Venezia.
- DULBECCO R., 1997 - *Fermare o regolare il processo?* In: Clonazione: problemi etici e prospettive scientifiche. Le Scienze, 345, inserto.
- DYSON F., 1997 - *Imagined Worlds*. Harvard University Press. Trad. it. Antonella Bossi, 1998. Mondi possibili. McGraw-Hill Libri Italia. Milano.
- ENDRES M., 1911 - *Lehrbuch der Waldwertrechnung und Forststatik*. Berlin.
- ENDRES M., 1922 - *Forstpolitik*. Berlin.
- ESSEEN P.A., EHNSTRÖM B., ERICSON L., SJÖBERG K., 1997 - *Boreal forests*. Ecological Bulletins 46: 16-47. Copenhagen.

- FAVRE E., 1943 - *Cinquante années d'application de la Méthode du contrôle à la forêt de Couvet*. Journal forestier Suisse, p. 121-123.
- FLURY Ph. 1914 - *Grösse und Aufbau des Normalvorrates im Hochwalde*. Mitteilungen der Schweizerischen Centralanstalt für forstliche Versuchswesen. Zurich.
- FRANÇOIS T., 1938 - *La composition théorique normale des futaies jardinées de Savoie*. Reveu des eaux et Forêts, n. 1: 1-18.
- GAYER K., 1880 - *Der Waldbau*. Wiegandt, Hempel, Parey Berlin, 700 p.
- GAYER K., 1901 - *Traité de sylviculture*. Traduzione da «Waldbau», Berlino, 1889 (seconda edizione), Bruges.
- GEORGESCU-ROEGEN N., 1976 - *Energy and Economic Myths*. Pergamon Press, New York, Oxford.
- GURNAUD A., 1884 - *La sylviculture française*. Jacquin, Besançon.
- GURNAUD A., 1886 - *La sylviculture française et la méthode du contrôle*. Jacquin, Besançon.
- GURNAUD A., 1890 - *La méthode du controle et la tradition forestière*. Revue des eaux et forêts, p. 209-218.
- HARRISON POGUE R., 1992 - *Forests*. Flammarion.
- HEILBRON J.L., 1990 - *Introductory Essay*. In: The quantifying spirit of the Eighteenth Century. Frangmyr T., Heilbron J. L., Rider R. E. (Eds). University of California Press, Berkeley and Los Angeles, California, p. 1-23.
- HELLRIGL B., 1986 - *I compiti dell'assestamento forestale*. In: Nuove metodologie nella elaborazione dei piani di assestamento dei boschi. ISEA, Bologna.
- HOFMANN A., 1926 - *Il bosco permanente (Dauerwald) e l'assestamento forestale*. Actes du I^{er} Congrès International de Sylviculture, vol. 4. Roma 29 Avril - 5 May 1926.
- HOFMANN A., 1957 - *Contributo a una selvicoltura su basi naturalistiche*. L'Italia Forestale e Montana, 12 (3): 105-111.
- HOFMANN A., 1963 - *La conversione dei cedui di faggio*. Annali Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze, vol. 12: 145-167.
- HOFMANN A., 1973 - *Nuovi indirizzi dell'assestamento*. I Convegno sull'assestamento forestale. Regione Friuli-Venezia Giulia.
- HONCKENJOS von W., 1993 - *Die Wiederentdeckung des Femelwaldes. Auf forstgeschichtlicher Spurensuche im Bücherschrank eines badischen Forstamtes*. Allgemeine Forst und Jagdzeitung, 164 (12): 213-218.
- HONCKENJOS von W., 1995 - *Forstideologisches aus Baden*. Allgemeine Forst und Jagdzeitung, 166 (2/3): 34-38.
- HUFFEL G., 1926 - *Economie forestière*. Librairie Agricole de la Maison Rustique, Paris. Troisième édition.
- HUXLEY T., 1947 - *Prolegomena*. In: Evolution and ethics, 1893-1943, di Thomas e Julian Huxley. London.
- HUXLEY A., 1995 - *La condizione umana*. Liber, Pavia.
- KNUCHEL H., 1953 - *Planning and control in the managed forest*. (Translation by M. L. Anderson). Oliver and Boyd. Edimburgh, 360 p.
- KÖSTLER J.N., 1956 - *Sylviculture*. (Translated by M.K. Anderson).Edinburgh etc., Oliver and Boyd, 1, 416 p.
- KÖSTLER J.N., 1958 - *Problemi delle fustaie da dirado a Nord e a Sud delle Alpi*. Annali dell'Accademia Italiana di Scienze Forestali, vol. 7: 173-188.
- KUHN T. S., 1970 - *The Structure of Scientific Revolutions*. The University of Chicago.
- LAFOSSE H., 1904 - *Sulle funzioni dei boschi dal punto di vista dei servizi indiretti*. VII Congresso Internazionale d'agricoltura, Roma Aprile Maggio 1903. Relazioni, comunicazioni e Resoconto delle discussioni Volume II, Parte I, sezione VIII. Casale Monferrato. Tipografia Litografia Carlo Cassone.
- LAHDE E., LAIHO O., NOROKORPI Y., SAKSA T., 1991 - *The structure of advanced virgin forests in Finland*. Scandinavian Journal of Forest Resources, 6: 527-537.
- LAKATOS I., 1995 - *Sull'orlo della scienza. Pro e contro il metodo*. (A cura di Matteo Motterlini). Scienza e Idee. Raffaello Cortina Editore. Milano.
- LANIER L., 1986 - *Précis de sylviculture*. Nancy, ENGREF, 468 p.

- LEIBUNDGUT H., 1946 - *Femelschlag und Plenterung*. Journal Forestier Suisse, 97 (7): 306-317.
- LEIBUNDGUT H., 1960 - *Risultati delle ricerche in foreste vergini europee*. Annali dell'Accademia Italiana di Scienze Forestali, vol. 9: 277-287.
- LEIBUNDGUT H., 1987 - *Zeitströmungen im schweizerischen Waldbau*. Schweiz. Z. Forstwes. 138 (10): 869-879.
- LEIBUNDGUT H., 1987 - *Von Holzackerbau zum naturnahen Waldbau*. Oesterr. Forstztg., 1 (4): 10-11.
- LEONE V., 1996 - *Il significato attuale della selvicoltura*. In: Il bosco e l'uomo (a cura di Orazio Ciancio), Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze, p. 139-150.
- LEOPOLD A., 1933 - *The conservation ethic*. Journal of Forestry.
- LEOPOLD A., 1936 - *Deer and Dauerwald in Germany. II. Ecology and policy*. Journal of Forestry, 34 (5): 460-466.
- LORENTZ B., PARADE A., 1883 - *Cours élémentaire de culture des bois*. Sixième édition publiée par A. Lorentz et L. Tassy. Octave Doin, éditeur, Paris.
- LOSS A., 1973 - *L'assestamento forestale nel Trentino*. I Convegno sull'assestamento forestale. Regione Friuli-Venezia Giulia.
- MAGINI E., 1961 - *Metodi di miglioramento delle piante forestali e importanza dell'origine del materiale per la costituzione dei nuovi impianti*. Monti e Boschi, 12 (8/9): 361-381.
- MAGINI E., 1973 - *Il miglioramento delle piante forestali in Italia*. Monti e Boschi, 24 (1): 15-24.
- MANCINI F., 1955 - *Delle terre brune d'Italia*. Annali dell'Accademia Italiana di Scienze Forestali, vol. 3: 253-326.
- MANCINI F., 1960 - *Carta dei suoli d'Italia*. Agricoltura n. 7. Istituto di Tecnica e Propaganda Agraria.
- MANCINI F., 1975 - *Qualche parola sulla evoluzione del suolo e la sua conservazione a seguito dei rimboschimenti*. Informatore Botanico Italiano, 7.
- MATURANA H.R., VARELA F.J., 1992 - *L'albero della conoscenza*. Garzanti Editore. Milano.
- MAYR H., 1909 - *Waldbau auf naturgesetzlicher Grundlage*. Parey. Berlin.
- MC QUILLAN A.G., 1990 - *Is national forest planning incompatible with a land ethic?* Journal of Forestry, 88 (5): 31-37.
- MEYER H. A., 1933 - *Eine mathematisch-statistische Untersuchung über den Aufbau des Plenterwaldes*. Schweizerisch Zeitschrift für Forstwesen, pp. 33-46, 88-103, 124-131.
- MINISTERO DELL'AGRICOLTURA E DELLE FORESTE, 1960 - *Il libro nazionale dei boschi da seme. Conifere indigene*. M.A.F., Roma. (Collana verde 5).
- MÖLLER A., 1922 - *Der Dauerldgedanke*. Sein Sinn und seine Bedeutung. Berlin.
- MONTERO G., CAÑELLAS I., 2000 - *Selvicoltura de Pinus pinea L. Estado actual de los conocimientos en españa*. Premier Simposio del Pino Piñonero (*Pinus pinea* L.). 22, 23 y 24 de febrero 2000. Valladolid. Tomo I, p. 21-38.
- MORANDINI R., 1961 - *Approvvigionamento del seme e del postime: la base genetica*. In: *Congresso nazionale sui rimboschimenti dei boschi degradati*. Firenze.
- MORANDINI R., 1964 - *Il miglioramento genetico delle specie esotiche*. L'Italia Forestale e Montana, 19 (2): 53-66.
- MORANDINI R., 1968 - *Studi e ricerche di genetica forestale*. Pubblicazioni dell'Istituto sperimentale per la selvicoltura di Arezzo, n. 15.
- MOSER L., 1955 - *Impostazione naturalistica della selvicoltura alpina*. Annali dell'Accademia Italiana di Scienze Forestali, vol. 3: 79-143.
- MOSER L., 1955 - *Conservazione e miglioramento delle abetine. Venezia Tridentina e Lombardia*. Atti del congresso Nazionale di Selvicoltura per il miglioramento e la conservazione dei boschi italiani. Firenze, 14-18 marzo 1954, vol. 1: 285-330.
- NOCENTINI S., 1995 - *La rinaturalizzazione dei rimboschimenti. Una prova su pino nero e laricio nel complesso di Monte Morello (Firenze)*. L'Italia Forestale e Montana, 50 (4): 425-435.
- NOCENTINI S., 2001 - *La conservazione della biodiversità: Principi etici*. In: "La biodiversità nei paesaggi agrari e forestali". Atti del Seminario IAED. Palermo

- Pantelleria: 31 maggio - 2 giugno 2001. Azienda Regionale Foreste demaniali, International Association for Environmental Design, Dipartimento di Colture arboree, Università di Palermo.
- OTTO H-J., 1990 - *Données écologiques et objectifs d'une sylviculture proche de la nature*. La forêt privée, 186: 37-43.
- PADULA M., 1968 - *Ricerche sulle condizioni ecologiche dei boschi di San Vitale e di Classe (Ravenna) ai fini del loro miglioramento colturale con saggi di esame degli apparati radicali di Pinus e Quercus*. Annali Accademia Italiana di Scienze Forestali, vol. 17: 173-246.
- PARADE A., 1883 - *Cours élémentaire de culture des bois*. Sixième édition publiée par A. Lorentz et L. Tassy. Octave Doin, éditeur, Paris.
- PARDE L., 1930 - *Traité pratique d'aménagement des forêts*. Paris.
- PATRONE G., 1944 - *Lezioni di assestamento forestale*. Tip. Ricci, Firenze.
- PATRONE G., 1970 - *Economia forestale*. Firenze, Tip. Coppini, 676 p.
- PATRONE G., 1975 - *Ricerche sulla fustaia disetanea del Cadore*. Annali dell'Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze, vol. 24: 29-109.
- PATRONE G., 1979 - *Stravaganza terza; la fustaia da dirado: realtà o fantasma?* Annali Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze, vol. 28: 267-306.
- PATRONE G., 1980 - *Stravaganza quarta: la preminenza dell'economia sull'assestamento e la selvicoltura*. L'Italia Forestale e Montana, 35 (3): 116-125.
- PAVARI A., 1914 - *Riproduzione naturale e taglio saltuario*. L'Alpe: 356-361
- PAVARI A., 1914 - *Sulla limitazione naturale del taglio saltuario*. L'Alpe: 334-337.
- PAVARI A., 1915 - *La foresta da dirado come foresta di protezione*. L'Alpe: 7-10.
- PAVARI A., 1915 - *Sulla produzione legnosa dei boschi da dirado*. L'Alpe: 196-202.
- PAVARI A., 1916 - *Studio preliminare sulle colture di specie forestali esotiche in Italia. I. Parte generale*. Annali del R. Istituto Superiore Forestale Nazionale.
- PAVARI A., 1925 - *Alcuni problemi di selvicoltura veneta e la sperimentazione forestale*. Relazione al XIII Congresso della "Pro Montibus" friulana, Udine.
- PAVARI A., 1927 - *Confronto tra l'accrescimento di fustaie miste a taglio saltuario e fustaie pure coetanee di abete rosso*. L'Alpe: 243-246.
- PAVARI A., 1929 - *Lezioni di selvicoltura generale e speciale*. R. Istituto Superiore Agrario e Forestale, Firenze, 708 p.
- PAVARI A., 1935 - *I cedui nella selvicoltura italiana*. L'Italia Agricola.
- PAVARI A., 1937 - *Uno sguardo alla selvicoltura veneta*. L'Alpe: 147-155.
- PAVARI A., 1938 - *Selvicoltura naturalistica e selvicoltura autarchica*. Atti Accademia dei Georgofili, ser. 6, vol. 4: 402-425.
- PAVARI A., 1942 - *Lezioni di Selvicoltura I - Ecologia forestale e selvicoltura generale*. Dispense per l'anno accademico 1941-1942 (a cura di A. Zambelli e D. Susmel) - Firenze, Soc. An. Editrice, Universitaria (ed. multigr. di 870 p. + appendice di 57 p.).
- PAVARI A., 1948 - *Alcune osservazioni sulle fustaie resinose delle Alpi venete*. L'eco della montagna: 181-188.
- PAVARI A., 1948 - *Genetica forestale*. Atti del Congresso agrario nazionale. ITER, Torino.
- PAVARI A., 1953 - *Governo e trattamento dei boschi*. R.E.D.A., Roma.
- PAVARI A., 1954 - *Sul trattamento delle fustaie di pino domestico*. Atti del Congresso Nazionale di Selvicoltura per il miglioramento e la conservazione dei boschi italiani. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze, p. 69-97.
- PAVARI A., 1955 - *Il problema dei boschi cedui*. Monti e Boschi, 6 (8): 339-350.
- PAVARI A., 1959 - *Basi ecologiche della selvicoltura europea*. *Scritti di ecologia, selvicoltura e botanica forestale*. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze.
- PAVARI A., 1959 - *Scritti di ecologia, selvicoltura e botanica forestale*. Firenze, Accademia Italiana di Scienze forestali, 206 p.
- PAVARI A., 1959 - *Sul miglioramento genetico in selvicoltura*. Annali Accademia Italiana di Scienze Forestali, vol. 8: 237-262.
- PAVARI A., 1960 - *Su un importante problema di politica forestale*. Monti e boschi: 3-14.
- PAVARI A., DE PHILIPPIS A., 1941 - *La sperimentazione di specie forestali esotiche in Italia. Risultati del primo ventennio*. Annali della Sperimentazione Agraria, vol. 38, Failli, Roma.

- PERONA V., 1880 - *Trattato di selvicoltura*. Tipografia Bencini, Firenze, 1-342.
- PERONA V., 1892 - *Selvicoltura generale*. Milano.
- PIUSSI P., 1994 - *Selvicoltura generale*. Torino, UTET, 415 p.
- POCKBERGER J., 1952 - *Des naturgemässe Wirtschaftswald als Idee und Waldgesinnung*. Wien, Verlag Georg Fromme.
- PUTON A. 1890 - *Traité d'économie forestière (Aménagement)*. Paris.
- RITTER J., 1994 - *Paesaggio. Uomo e natura nell'età moderna*. Guerini e associati, Milano.
- RUPF H., 1960 - *Wald und Mensch im Geschehen der Gegenwart*. Jahresbericht des Deutschen Forstvereins.
- SALTINI A., 1997 - *Storia delle scienze agrarie*. Edagricole, Bologna
- SCHAEFFER A., GAZIN A., D'ALVERNY A., 1930 - *Sapinières*. Paris.
- SCHÜTZ J.P., 1990 - *Sylviculture 1. Principes d'éducation des forêts*. Lausanne, Presses Polytechn. et Univers. Romandes, 243 p.
- SCOSSIROLI R.E., 1973 - *Influenza di insediamenti industriali sul circostante ambiente naturale: studio sulla Pineta di S. Vitale di Ravenna*. Editrice Compositori, Bologna.
- SERPIERI A., PAVARI A., 1927 - *La sperimentazione forestale come fondamento scientifico della selvicoltura con particolare riguardo all'Italia*. L'Alpe: 99-107.
- SEMBIANTI A., 1956 - *Il problema della conservazione e del miglioramento dei boschi, sotto il profilo della selvicoltura naturalistica, con particolare riferimento al patrimonio forestale della regione Trentino-Alto Adige*. Atti del Congresso Nazionale di Selvicoltura per il miglioramento e la conservazione dei boschi italiani. Firenze, 14-18 marzo 1954, vol. 2: 59-76.
- SMITH D.M., 1986 - *The practice of silviculture*. New York, John Wiley & Sons, 8^a ed., 527 p.
- SOCIETY OF AMERICAN FORESTERS, 1974 - *Forestry Handbook*. Foresters.
- SPURR S.H., 1979 - *Silviculture*. Scientific American, 240: 76-82, 87-91.
- SUSMEL L., 1951 - *Struttura, rinnovazione e trattamento delle abetine del Comelico*. L'Italia Forestale e Montana 6 (4): 177-198.
- SUSMEL L., 1955 - *Conservazione e miglioramento delle abetine delle Alpi orientali*. Atti del Congresso nazionale di selvicoltura. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze, p. 331-370.
- SUSMEL L., 1955 - *Riordinamento su basi bioecologiche delle abetine di S. Vito di Cadore*. Stazione Sperimentale di Selvicoltura, Firenze.
- SUSMEL L., 1956 - *Caratteri comparati delle abetine primarie delle Alpi Dinariche e delle abetine secondarie delle Alpi italiane*. Annali Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze, vol. 5: 115-146.
- SUSMEL L., 1956 - *Leggi di variazione dei parametri della foresta disetanea normale*. L'Italia Forestale e Montana, n. 3.
- SUSMEL L., 1957 - *Caratteri ecologici vegetativi e strutturali dei boschi di Longarone*. Annali dell'Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze, vol. 6: 21-129.
- SUSMEL L., 1957 - *Riordinamento su basi bio-ecologiche delle faggete di Corleto Monforte*. Pubblicazioni della Stazione Sperimentale di Selvicoltura, n. 11, Firenze.
- SUSMEL L., 1961 - *Il rimboschimento e la difesa dell'ambiente*. Monti e Boschi, 23 (4): 3-18.
- SUSMEL L., 1962 - *Selvicoltura naturalistica e selvicoltura agronomica*. Agricoltura delle Venezie, 14: 241-265.
- SUSMEL L., 1964 - *Limiti e problemi degli attuali indirizzi selvicolturali*. Monti e Boschi, 15 (2): 3-14.
- SUSMEL L., 1964 - *Piano colturale della foresta demaniale di Collina (Pistoia)*. Annali del C.E.M.V., vol. 4, CEDAM, Padova.
- SUSMEL L., 1968 - *La terza dimensione della foresta*. Annali Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze, vol. 17: 17-34.
- SUSMEL L., 1970 - *Dove va la selvicoltura?* Monti e Boschi, 21 (2): 3-8.
- SUSMEL L., 1970 - *Guida alla definizione dello stato normale per i principali boschi della Regione Trentino-Alto Adige*. Padova.
- SUSMEL L., 1972 - *Ecologia. Parte prima: Fattori ecologici*. Padova.
- SUSMEL L., 1972 - *Il rimboschimento e la difesa dell'ambiente*. Monti e Boschi, 23 (4): 3-18.
- SUSMEL L., 1973 - *Ecologia. Parte seconda: Ecosistemi*. Padova.

- SUSMEL L., 1976 - *Possibilità della selvicoltura artificiale nella regione mediterranea*. Monti e Boschi, 27 (4): 3-17.
- SUSMEL L., 1979 - *Modello strutturale di abetine e peccete primarie*. Atti Ist. di Ecologia e Selv., Padova, vol. 1.
- SUSMEL L., 1980 - *Normalizzazione delle foreste alpine*. Liviana, Padova.
- SUSMEL L., 1981 - *Ceduo o altofusto? Motivo di una filosofia*, Economia Montana 13 (4): 2-5.
- SUSMEL L., 1986 - *Prodromi di una nuova selvicoltura*. Annali Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze, vol. 35: XXXIII-LI.
- SUSMEL L., 1986 - *Selvicoltura naturalistica ed economica*. Economia Montana, (6): 16-17.
- SUSMEL L., 1988 - *Principi di Ecologia*. CLEUP, Padova.
- VENTURI FERRIOLO M., 1994 - *Joachim Ritter e la teoria del cosmo come "fondamento del paesaggio"*. In: Paesaggio. Uomo e natura nell'età moderna. Guerrini e associati, Milano.
- WAGNER C., 1923 - *Die grundlagen der Räumlichen Ordnung im Walde*. 4^a ed., Tubinga, 93 p.
- WEBSTER, 1958 - *Webster's New International Dictionary*. G. e C. Merriam Company Springfield, Mass., USA. 2^a ed.
- WHITEHEAD A.N., 1920 - *The Concept of Nature*. Cambridge, England. Trad. Ital. Il concetto di natura. 1975. Einaudi, Torino.
- WOLFE M.L., BERG F-C., 1988 - *Deer and forestry in Germany. Half a century after Aldo Leopold*. Journal of Forestry, 86 (5): 25-31.
- WORSTER D., 1985 - *Nature's Economy. A History of Ecological Ideas*. Cambridge University Press. Cambridge. Trad. ital. Storia delle idee ecologiche, 1994, Il Mulino, Bologna.
- ZANGHERI P., 1936 - *Flora e vegetazione delle pinete di Ravenna*. Tipografia Valbonesi, Forlì.
- ZANGHERI P., 1965 - *La pineta di Ravenna*. Monti e Boschi, 16 (3): 3-14.
- ZANGHERI P., 1966 - *Flora e vegetazione del medio ed alto Appennino romagnolo*. Webbia, 21: 1-450.
- ZANGHERI P., 1969 - *Turismo e conservazione della natura e del paesaggio naturale*. Monti e Boschi, 20 (1): 62-64.
- ZENDRINI B., 1811 - *Memorie storiche dello stato antico e moderno delle lagune di Venezia e que' fiumi che restarono divertiti per la conservazione delle medesime*. Padova, Stamperia del Seminario.

RELAZIONI

SESSIONE 1

SELVICOLTURA: BIODIVERSITÀ RISORSE GENETICHE AREE PROTETTE FAUNA

Coordinatori

Raffaello Giannini
Susanna Nocentini

Chairman

Carlo Blasi
Francesco Raimondo

LA CENTRALITÀ DELLA BIODIVERSITÀ NELLA SELVICOLTURA MODERNA

(*) *Presidente della Società Italiana di Scienza della Vegetazione*

La conservazione e la gestione della biodiversità a scala di specie, comunità e paesaggio è oggetto di interesse scientifico, politico ed economico a livello globale, così come è sostenuto dalla Convenzione sulla Diversità Biologica (1992) e dalla Convenzione Europea sul Paesaggio (2000). L'Italia per la sua posizione geografica, per le caratteristiche bioclimatiche e per la sua storia paleogeografica presenta una notevole ricchezza di biodiversità. In questo contesto, le foreste vetuste del territorio italiano sono particolarmente importanti perché rappresentano un sistema per verificare ed integrare competenze disciplinari di forestali e botanici per la ricerca strutturale e funzionale e la valutazione scientifica ed ecologica dei servizi ecosistemici.

Parole chiave: biodiversità, Convenzione sulla Diversità Biologica, Convenzione Europea sul Paesaggio, foreste vetuste.

Key words: biodiversity, Convention on Biological Diversity, European Landscape Convention, old-growth forests.

Nell'aprire i lavori di questo importante Simposio dedicato alla *biodiversità* desidero ringraziare tutti gli organizzatori e, in particolare, i colleghi Fiorenzo Mancini e Orazio Ciancio per il cortese invito. In qualità di Presidente della Società Italiana di Scienza della Vegetazione porto il saluto degli studiosi di flora e vegetazione d'Italia che da tempo interagiscono positivamente con i colleghi forestali nelle ricerche di base e nei piani di conservazione ed utilizzazione delle risorse forestali.

Attualmente oltre a lavorare sulla specie e sulla comunità ci si incontra sulle problematiche connesse con la pianificazione e progettazione a scala di paesaggio. Il paesaggio è infatti riconosciuto come il punto di riferimento delle ricerche ecologiche, fitosociologiche, umanistiche, territoriali e forestali. In questo contesto la conservazione e la gestione della *biodiversità* sono al centro della ricerca scientifica e della politica territoriale e ambientale.

Queste sono le ragioni per cui il III Congresso Nazionale di Selvicoltura ha avuto questo straordinario successo di partecipazione, così come l'eterogeneità delle competenze disciplinari qui presenti evidenzia la complessità e l'eterogeneità delle funzioni attribuite ai sistemi forestali intesi come l'espressione più articolata, ricca e complessa della maggior parte degli ecosistemi terrestri del nostro Paese.

LA CONVENZIONE SULLA DIVERSITÀ BIOLOGICA

Gli obiettivi della Convenzione sono la conservazione della diversità biologica (a livello genetico, di specie, di comunità e di paesaggio), l'utilizzazione durevole dei suoi elementi e la ripartizione giusta ed equa dei vantaggi derivanti dallo sfruttamento delle risorse genetiche ottenuto anche per mezzo di un accesso adeguato alle risorse genetiche e del trasferimento delle tecnologie pertinenti.

Ogni Paese coopera, per quanto possibile, con le altre parti contraenti, direttamente o tramite organizzazioni internazionali competenti, nei settori non sottoposti alla giurisdizione nazionale e in altri settori di interesse reciproco, per la conservazione e l'utilizzazione durevole della diversità biologica

Colpisce il divario tra importanza della Convenzione e livello di conoscenza e divulgazione dell'articolato della medesima. Sono circa 170 i Paesi firmatari, ma ancora oggi quando si parla di *biodiversità* si pensa che interessi le associazioni del volontariato, gli ecologisti ed eventualmente gli ecologi di professione. La Convenzione ci ricorda invece che la conservazione della *biodiversità* è un problema scientifico, ma anche economico e politico di interesse globale.

La Convenzione è stata promulgata nel 1992 e l'Italia ne ha formalizzato la sua partecipazione nel 1994. Ogni paese contraente è tenuto a:

- elaborare strategie, piani e programmi nazionali volti a garantire la conservazione e l'utilizzazione durevole della diversità biologica;
- integrare la conservazione e l'utilizzazione durevole della diversità biologica nei suoi piani, programmi e politiche settoriali o plurisettoriali pertinenti;
- identificare gli elementi importanti della diversità biologica ai fini della conservazione e di una utilizzazione durevole;
- controllare, mediante campionamenti ed altre tecniche, gli elementi costitutivi della diversità biologica identificati;
- identificare i processi e le categorie di attività che hanno o rischiano di avere gravi impatti negativi sulla conservazione e l'utilizzazione durevole della diversità biologica, e sorvegliarne i loro effetti;
- conservare e gestire i dati derivati dalle attività di identificazione e di controllo.

Ogni parte contraente adotta misure economicamente e socialmente utili, che siano di stimolo alla conservazione e all'utilizzazione durevole degli elementi costitutivi della diversità biologica.

La convenzione prevede inoltre la promozione della ricerca che contribuisce alla conservazione e all'utilizzazione durevole della diversità biologica.

Per la natura la diversità è un bene primario che ne regola e ne condiziona lo sviluppo. I sistemi naturali trovano la loro forza e la loro capacità di adattamento proprio nella ricchezza di specie e nella diversità di comportamento delle stesse.

A questo principio si affidava l'agricoltura tradizionale, sempre diversa nelle produzioni e nelle attività; a questo

principio i moderni ecologi fanno riferimento per pianificare un modello territoriale efficiente e funzionale anche in termini di rete ecologica territoriale.

LE RAGIONI DELLA BIODIVERSITÀ

L'elevata estensione latitudinale della Penisola Italiana, la presenza di complessi sistemi orografici orientati nel senso della longitudine e latitudine e la vicinanza delle masse continentali africana ed euroasiatica determinano un'elevata diversità di regioni climatiche, bioclimi e tipi climatici a seconda che prevalgano influenze tropicali o medio-europee.

La determinazione della variabilità climatica utile ai fini fitoclimatici segue la proposta già consolidata (Blasi, 1994) in cui si prendono in esame stazioni termopluviometriche e le relative variabili mensili (tmin, Tmax, P) per un intervallo temporale di un trentennio, periodo ritenuto sufficiente per essere considerato, dal punto di vista statistico, una "normale climatica".

L'analisi multivariata (variabili versus stazioni) applicata ai dati grezzi di 400 stazioni termopluviometriche ha determinato 28 gruppi o classi che si differenziano tra loro per l'andamento annuale delle 36 variabili. Spazializzando i 28 gruppi si è ottenuta, mediante la loro distribuzione geografica, la cartografia del fitoclima d'Italia.

L'uso combinato di dati grezzi, indici bioclimatici e diagrammi termopluviometrici ha portato alla spazializzazione di 4 Regioni Climatiche; Mediterranea, Temperata, Mediterranea di Transizione e Temperata di transizione.

La Regione Mediterranea si estende su tutto il versante tirrenico, ad esclusione di un tratto della Riviera di levante in Liguria, continua nelle grandi e piccole isole, nella parte ionica e nel versante adriatico fino ad arrivare in Abruzzo all'altezza di Pescara.

La Regione Temperata è localizzata nell'Italia settentrionale, in tutto l'arco appenninico e antiappenninico e nelle isole maggiori a medie e alte quote.

La Regione Mediterranea di Transizione "borda" il clima mediterraneo e fa parte di quelle classi nel cui interno vi è un passaggio tra le stazioni mediterranee e temperate con prevalenza delle prime; la medesima cosa avviene per la Regione Temperata di Transizione, in cui le stazioni temperate prevalgono su quelle mediterranee.

La conoscenza delle caratteristiche bioclimatiche ha permesso di raggruppare le 28 classi in 9 complessi climatici (bioclimi). I bioclimi evidenziano ambiti macroecologici condizionati da altitudine, distribuzione geografica (tirrenica o adriatica), morfologie particolari (vallate alpine, vallate interne appenniniche e delle isole maggiori), precipitazione, pianure costiere, ecc.

In linea con quanto descritto in Italia si sono evidenziati i seguenti bioclimi:

Clima temperato oceanico: tipico di tutto l'arco alpino, appenninico ad alta e media quota e nella Sicilia ad alte quote.

Clima temperato semicontinentale: è localizzato nelle vallate alpine e nelle vallate interne dell'appennino centro-settentrionale ad esposizione prevalentemente adriatica.

Clima temperato oceanico-semicontinentale: è ubicato nelle Prealpi centrali e orientali, in zone collinari del medio

adriatico e valli interne di tutto l'appennino fino alla Basilicata ad esposizione tirrenica. Locali presenze in Sardegna.

Clima temperato subcontinentale: tipico della Pianura Padana, dal Piemonte alla foce del Po.

Clima temperato semicontinentale-subcontinentale: è localizzato a sud del Po, nelle valli moreniche prealpine centrali e nelle pianure alluvionali della parte orientale dell'Italia settentrionale.

Clima temperato oceanico di transizione: è ubicato prevalentemente in tutte le valli dell'antiappennino tirrenico e ionico, significative presenze nelle grandi isole.

Clima temperato oceanico-semicontinentale di transizione: è localizzato prevalentemente nelle pianure e nei primi contrafforti collinari del medio e basso adriatico e ionico; presenze significative nelle zone interne delle Madonie e in alcune aree della Sardegna.

Clima mediterraneo oceanico: contorna tutta l'Italia dalla Liguria all'Abruzzo; presenza continua dal basso Lazio a Pescara e nelle grandi isole.

Clima mediterraneo oceanico di transizione: ha una presenza continua sulle coste del medio e alto tirreno, più frammentato nel basso tirreno e Sicilia; importante presenza nelle pianure interne e nei primi contrafforti della Sardegna.

Da un punto di vista fitogeografico il bacino del Mediterraneo rappresenta la porzione sud-occidentale della regione Palearctica ed è compreso tra la zona di transizione saharo-sindica a sud, l'area caucaso-turanica ad est e l'Europa centrale a nord. Comprende quindi il Mar Mediterraneo e il Mar Nero e le terre circostanti, da riferire a ben tre continenti diversi: l'Europa meridionale, l'Africa settentrionale e l'Asia occidentale.

Si tratta di un'area complessa, la cui stessa posizione geografica ne giustifica l'elevata *biodiversità*, caratterizzata dalla compresenza di numerose e distinte realtà bioclimatiche ed ecosistemiche.

L'Italia, a sua volta, è in posizione centrale nell'area mediterranea e il bacino tirrenico, che ne rappresenta il centro geometrico, è circondato dalla penisola e dalle isole maggiori. Questa posizione ha senza dubbio facilitato, e continua a facilitare i fenomeni di colonizzazione da parte di specie provenienti dalle terre circostanti, in particolare da occidente, da sud e da oriente. A nord, l'Italia è delimitata dall'arco alpino, che la separa e contemporaneamente la collega con l'Europa centrale, condizionandone il popolamento da parte delle componenti settentrionali e orientali.

Le vicende paleogeografiche hanno notevolmente influito sulla storia floristica. In particolare gli eventi risalenti al Terziario, seppur spesso ancora leggibili nel paesaggio vegetale attuale, mantengono tracce limitate se comparati all'enorme impatto esercitato in epoca molto più recente dalle glaciazioni del Quaternario. Nel complesso la peculiare posizione geografica dell'Italia fa sì che nel nostro Paese si sovrappongano flore a diversa gravitazione e origine. Infatti, se la parte tirrenica settentrionale della Penisola presenta un forte contributo dell'elemento W-Mediterraneo e persino specie a corotipo Atlantico, i settori adriatici ma anche le stesse coste tirreniche centrali sono caratterizzati da una forte impronta E-Mediterranea e Illirica. D'altra parte, gli elementi Eurasiatico,

Circumboreale ed Orofilo-S-Europeo discendono lungo tutta la catena appenninica fino a raggiungere la Sicilia, mescolandosi alla componente Mediterraneo-Montana. Non manca nel Sud e nelle Isole il contributo dell'elemento Stenomediterraneo-Meridionale che, insieme ad elementi quali il Saharo-Sindico e il Mediterraneo-Turanico, mantiene un legame con la fascia arida nordafricana-mediorientale.

DAL PAESAGGIO LE LINEE PER LA CONSERVAZIONE DELLA BIODIVERSITÀ

Come si è evoluto il concetto di conservazione della *biodiversità*, così si è arricchito di significato quello di paesaggio. Dalla Convenzione sui Paesaggi Europei di Firenze del 2000, il paesaggio assume una posizione centrale nella pianificazione ambientale non solo in termini estetici e percettivi, ma anche in termini strutturali e funzionali. Il paesaggio diviene infatti il nuovo riferimento territoriale in cui convergono i caratteri della natura fisica e biologica e gli elementi legati alla presenza dell'uomo nella sua complessità storica, culturale e sociale.

L'uomo è l'artefice dei danni e dei rischi a cui stiamo andando incontro, ma senza dubbio dovrà essere l'artefice del recupero e della riqualificazione ambientale.

L'approccio paesaggistico allo studio della *biodiversità* ha il grande vantaggio di tenere sempre rigorosamente collegati i fattori ambientali con quelli umani. Questo approccio nulla toglie alla possibilità di approfondimenti disciplinari, ma evita di parlare di conservazione di una specie o di una comunità o di un intero paesaggio senza tenere debitamente conto delle interferenze culturali, sociali ed economiche.

L'analisi paesaggistica alla conservazione della *biodiversità* è particolarmente utile in quanto indirettamente accetta di trovarsi di fronte ad un processo caratterizzato da un elevato livello di cambiamento. Anche la moderna fitosociologia, scienza che studia la distribuzione e il modo di organizzazione delle specie vegetali in comunità, pone al centro dell'analisi vegetazionale il cambiamento e la dinamica tra i vari stadi successionali.

La conoscenza dei paesaggi non solo è un modo per analizzare la *biodiversità* (ne è ovviamente la scala più complessa), ma è anche il modo per cogliere più direttamente l'importanza dei caratteri fisici (clima, litologia, morfologia) e umani in termini storici, sociali e culturali.

L'analisi paesaggistica così impostata risponde perfettamente ai requisiti di un'analisi ecologica. Lo studio e la conoscenza del paesaggio implica l'analisi della complessità, dell'integrazione dei saperi nella scala spaziale e temporale al fine di ricostruire i processi che hanno portato alla situazione attuale e definisce i modelli dinamici da applicare agli scenari futuri.

Una considerazione particolarmente importante meritano i paesaggi culturali. Non è detto che l'azione dell'uomo debba essere in diretto antagonismo con la natura: nel paesaggio culturale se ne riconosce l'imprinting naturalistico e si interviene in modo sostenibile modificando in modo armonico ed integrato gli aspetti fisionomici, strutturali e funzionali determinando un

processo che va a incidere e caratterizzare le abitudini, le tradizioni economiche e culturali di un determinato luogo. Per fare un esempio di comune interesse con le competenze forestali, ci si può riferire alle pinete artificiali della Sila e alle attività ad esse legate che hanno coinvolto totalmente i caratteri e le abitudini culturali dei paesi interessati in un equilibrio di grande rispetto anche naturalistico. La vegetazione potenziale di questi ambiti è spesso la faggeta che con l'attività forestale in crisi tende a ricolonizzare lo spazio di propria pertinenza. In questo caso si dovrà fare del tutto per conservare il paesaggio culturale della pineta non solo tramite incentivi (non è l'elemento museale che ci interessa), ma tramite il recupero di quel fenomeno complesso e integrato che per tanti anni ha dato sviluppo ed occasione di lavoro agli abitanti dei paesi interessati.

Nel volume "Flora" della collana del Touring Club Italiano "Conosci l'Italia", Giacomini e Fenaroli scrivono: "I paesaggi tanto diversi di cui si compone la fisionomia del nostro Paese sono quasi sempre improntati da forme caratteristiche di vegetazione: forme di alberi e di foreste, forme di fiori e di zolle fiorite, forme di erbe e di praterie, ora educate sapientemente dalla mano dell'uomo, ora lasciate crescere in selvatica libertà: per esse si arricchiscono di bellezza, di colori, di vita, le prospettive della pianura, dei colli, delle montagne... Se il paesaggio così concepito assume un significato non esclusivamente estetico, ma anche scientifico e naturalistico, non crediamo che venga limitata o impoverita l'emozione con cui guardiamo agli incomparabili aspetti della nostra Terra. Pensiamo invece che nuove fonti di conoscenze possano ispirare nuovi motivi di ammirazione e di interesse verso la natura".

Negli anni '60, Henry A. Gleason e Arthur Cronquist, rispettivamente curatore emerito e curatore dell'Orto Botanico di New York, si spingono ancora oltre nel segnalare lo stretto rapporto tra vegetazione e paesaggio: "*Plants and the landscape. Perhaps we would do well to change one word in that phrase and write plants are the landscape*" (Gleason e Cronquist, 1968).

Successivamente si è rivisto il significato del termine paesaggio fino ad arrivare alla attuale definizione presente nell'articolo 1 della Convenzione europea del Paesaggio in cui si tende a integrare la componente naturalistica con quella storica, sociale, culturale ed estetica: "*una determinata parte di territorio, così come è percepita dalle popolazioni, il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali e/o umani e dalle loro interrelazioni*",

Il paesaggio, considerato dalla Convenzione europea sinonimo di territorio, è il riferimento di natura ecosistemica essenziale per la conservazione della diversità biologica legata molto spesso non solo alle caratteristiche della natura, ma alla più complessa evoluzione di natura, storia e cultura.

In un recente convegno organizzato a Roma dall'*International Association for Environmental Design* (IAED) si sono affrontate le varie tematiche connesse all'attuale interpretazione del paesaggio. In particolare, si è discusso il significato nuovo attribuito alla percezione intesa come "riconoscimento" delle identità di un luogo e non come stato emozionale del singolo. Se, come dice giustamente Turri (2002), il paesaggio è da considerarsi

come il volto visibile del territorio che si muove, vive e invecchia con gli uomini, la percezione del paesaggio non deve essere intesa come un fatto emozionale e privato, ma come il riconoscimento di questa complessa interazione di storia, natura e cultura. Attribuire alla percezione il significato di riconoscimento significa collocare il paesaggio nella sfera delle azioni che caratterizzano la pianificazione e la gestione del territorio (Blasi *et al.* 2005).

I BOSCHI VETUSTI COME NUOVA OCCASIONE DI INCONTRO TRA BOTANICI E FORESTALI

Il concetto di foresta vetusta non ha una definizione univoca. I caratteri che ne consentono l'identificazione sono molteplici (l'età del bosco, l'ampiezza, la composizione specifica, la complessità della struttura, la variabilità delle dimensioni degli alberi e della loro età, nonché la densità del popolamento e la distribuzione spaziale delle piante, ecc.) e possono variare anche notevolmente a seconda del tipo di bosco considerato e delle condizioni stagionali in cui vive. La definizione di foresta vetusta deve inoltre essere sostenuta su basi floristiche e faunistiche quali indicatori di facile uso che consentano l'individuazione dei boschi vetusti non solo in termini temporali, ma di complessità funzionale e cenologica.

I boschi vetusti, *old growth forests*, sono stati descritti con gli aggettivi "primitivo, antico, selvaggio, vergine, primordiale" mentre nella terminologia forestale sono denominati come "foreste mature, senescenti, vetuste". La fonte originale delle diverse definizioni è il Segretariato della CBD (*Indicative definitions taken from the Report of the ad hoc technical expert group on forest biological diversity*) sugli ecosistemi forestali e la diversità biologica delle foreste, in cui si dice che: "I boschi vetusti sono foreste primarie o secondarie che hanno sviluppato strutture e specie, di norma associate ad antiche foreste di origine primaria, in misura tale da poter essere considerati quali ecosistemi forestali distinti da qualsiasi altro di più giovane età, dove foresta primaria è una foresta che non sia mai stata disboscata e si sia sviluppata solamente soggetta a disturbi e processi naturali, senza riguardo alla sua età. Per disturbo umano diretto si intende la rimozione intenzionale di foreste operata dall'uomo con qualsiasi mezzo (incluso il fuoco) finalizzata alla gestione o comunque alla alterazione per uso antropico. Sono incluse come primarie, anche le foreste che siano state poco utilizzate dalle popolazioni autoctone e dalle comunità locali aventi stili di vita utili alla conservazione e all'uso sostenibile della diversità biologica. In gran parte dell'Europa il concetto di foresta primaria assume connotazioni diverse e si riferisce a un'area forestata che è stata e continua probabilmente ad essere coperta da bosco, almeno nell'ultimo millennio. Possono essersi verificati comunque disturbi antropici tradizionali come ad esempio disboscamenti di porzioni di territorio per la turnazione delle coltivazioni, ceduzione, incendi o anche, più recentemente, tagli selettivi o parziali come pure eventi di disturbo naturali. L'attuale copertura è di norma relativamente vicina alla composizione naturale e si è evoluta (prevalentemente) attraverso rigenerazione

naturale, ma possono essere rinvenute anche piantagioni forestali".

"Foresta secondaria è una foresta che è stata disboscata e rifeudata naturalmente o artificialmente. Non tutte le foreste secondarie danno lo stesso contributo nel sostenere la diversità biologica, né gli stessi beni e servizi che invece fornivano le foreste primarie site negli stessi luoghi. In Europa, è definita secondaria una foresta che per un certo periodo di tempo sia stata completamente priva di copertura forestale ad opera antropica con o senza conversione ad un altro uso del suolo. La copertura forestale si è rigenerata naturalmente o artificialmente per semina.

La selvicoltura intensiva, che è stata applicata praticamente dappertutto in Europa, ha causato la scomparsa dei caratteri distintivi dei boschi vetusti, come la considerevole quantità di legno morto e marcio, la grande variabilità nell'età degli alberi, nell'altezza e composizione specifica.

I boschi vetusti costituiscono gli habitat di numerose specie minacciate, specialmente briofite, licheni, funghi ed invertebrati (soprattutto coleotteri). Alcune delle attuali foreste vetuste sono soggette ad impatto antropico, ma a dispetto di ciò mantengono numerose caratteristiche delle foreste naturali".

La maggior parte delle foreste italiane sono state soggette a notevole impatto antropico, ma mantengono in diversi casi numerose caratteristiche delle foreste naturali. Nei nostri territori l'uso del bosco, e, quindi l'alterazione dei soprassuoli, è stato più frequente ed intenso nelle aree più vicine ai centri abitati, in generale più favorevoli allo sfruttamento per altitudine, pendenza e percorribilità del terreno. Inoltre storicamente a periodi di sfruttamento intensivo dei boschi (come quelli bellici e immediatamente post-bellici di questo secolo) si sono alternati periodi più o meno lunghi di ridotto uso della risorsa forestale o di vero e proprio abbandono come quello in atto da circa cinquanta anni in quasi tutte le regioni italiane. Di conseguenza non è raro, specie nelle aree montane, riscontrare la presenza di lembi di bosco la cui fisionomia e struttura lascia pensare che esse abbiano potuto evolversi per durevoli intervalli di tempo sotto il prevalente effetto dei dinamismi interni al sistema e dei disturbi esterni di origine naturale.

Questi soprassuoli boscati, che hanno avuto il tempo di raggiungere stadi di sviluppo vegetazionale e strutturale più complessi rispetto a quelli che caratterizzano la maggior parte dei boschi italiani in cui tali processi sono stati sempre interrotti dall'azione antropica (o più raramente da fattori naturali), sono identificabili come foreste vetuste.

CONCLUSIONI

La conservazione e la gestione della *biodiversità* a scala di specie, comunità e paesaggio sono il momento di confronto e di interazione scientifica e professionale tra i ricercatori di estrazione naturalistica e forestale. In particolare nell'aprire il Simposio "Selvicoltura, biodiversità, risorse genetiche, aree protette, fauna" ho voluto contribuire al dibattito, che sicuramente sarà ricco e articolato, lasciando queste brevi considerazioni sulle ragioni della *biodiversità*, sul nuovo e comune terreno di

confronto determinato dal paesaggio e quindi sulla ricerca della funzionalità e della straordinaria importanza delle foreste vetuste intese come momento centrale della ricerca naturalistica, forestale ed ecologica. Non esiste infatti sistema complesso più adatto per verificare ed integrare competenze disciplinari che spaziano dalla ricerca strutturale e funzionale alla valutazione scientifica ed ecologica dei servizi ecosistemici.

SUMMARY

RELEVANCE OF BIODIVERSITY IN MODERN SILVICULTURE

Conservation and management of biodiversity at species, community and landscape level represents an issue of major scientific, political and economic interest worldwide, as stated by the Convention of Biological Diversity (1992) and the European Landscape Convention (2000). Italy is highly heterogeneous for different geographical reasons, and particularly rich in biodiversity. In this context, old growth forests are especially important. Research on these forests requires a joint collaboration between foresters and natural scientists, and include structural and functional analysis as well as ecological assessment of ecosystems services.

BIBLIOGRAFIA

- Arrigoni P.V., 1968 - *Fitoclimatologia della Sardegna*. Webbia 23 (1): 1-100.
- Arrigoni P.V., 1980 - *Aspetti corologici della flora sarda*. Lav. Soc. Ital. Biogeog., n.s., 8: 83-109.
- Blasi C., Mazzoleni S., Paura B., 1988 - *Proposte per una regionalizzazione fitoclimatica della Campania, Italia meridionale*. Atti II Colloquio "Probl. Def. Amb. Fis. Biol. Medit.", Castro Marina (Lecce).
- Blasi C., 1994 - *Fitoclimatologia del Lazio*. Fitosociologia, 27: 151-175.
- Blasi C., Carranza M.L., Frondoni R., Rosati L., 2000 - *Ecosystem classification and mapping: a proposal for Italian landscapes*. Applied Vegetation Science, 3(2): 233-242.
- Biondi E., Baldoni M., 1991 - *Bio-climatic characteristics of the Italian peninsula*. Atti del Convegno "Effetti degli inquinanti atmosferici sul clima e la vegetazione", Taormina 26-29 Settembre, 1991. A cura di Gea Program s.r.l. Roma; pp. 225-250.
- Cristofolini G., 1998 - *Qualche nota sulla diversità floristica, sulla biodiversità in generale, e sui modi per misurarla*. Inf. Bot. Ital., 30 (1-3): 7-10.
- Follieri M. e Magri D., 1997 - *Paesaggi vegetali del Quaternario in Italia centrale*. Biogeographia, 19: 57-67.
- Giacomini V., 1958 - *Conosci l'Italia: La Flora*. TCI, Milano.
- Hudson E. W. (ed.), 1991 - *Landscape linkages and biodiversity*. Island press. Washington.
- La Greca M., 2002 - *Vicende paleogeografiche e componenti della fauna italiana*. In: La fauna in Italia (a cura di A. Minelli, C. Chemini, R. Argano, S. Ruffo), Touring Editore, Milano e Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, Roma, pp. 360-376.
- Magri D. e Sadori L., 1999 - *Late Pleistocene and Holocene pollen stratigraphy at Lago di Vico, central Italy*. Veget. Hist. Archaeobot., 8: 247-260.
- Magri D., 1998 - *Quaternary history of Fagus in the Italian peninsula*. Ann. Bot. (Roma), 56 (1): 147-154.
- Mazzoleni S., Lo Porto A., Blasi C., 1992 - *Multivariate analysis of climatic patterns of the Mediterranean basin*. Vegetatio 98: 1-12.
- Montelucci G., 1972 - *Considerazioni sul componente orientale nelle foreste della Penisola*. Ann. Acc. It. Sc. Forest, 21: 121-169.
- Pavari A., 1916 - *Studio preliminare sulla coltura di specie forestali esotiche in Italia*. Ann. R. Ist. Sup. For. Naz., 1.
- Pearce D., Moran D., 1995 - *The economic value of biodiversity*. IUCN, Earthscan, Londra.
- Philippis A., de 1937 - *Classificazione ed indici del clima in rapporto alla vegetazione forestale italiana*. Nuovo Gior. Bot. Ital., n.s., 54: 1-169.
- Pignatti S., 1998 - *I boschi d'Italia*. UTET, Torino
- Ricotta C., Carranza M.L., Avena G., Blasi C., 2002 - *Are potential natural vegetation maps a meaningful alternative to neutral landscape models?* Applied Vegetation Science 5: 271-275.
- Rivas Martinez S., 1996 - *Clasificación Bioclimática de la Tierra*. Folia Bot. Madrit., 16: 1-32.
- Tomaselli R., Balduzzi A., Filipello S., 1973 - *Carta bioclimatica d'Italia*. La vegetazione forestale d'Italia. Minist. Agric., Collana Verde, 33. Roma
- Turri E., 2002 - *La conoscenza del territorio*. Marsilio ed. Venezia.

SELVICOLTURA E CONSERVAZIONE DELLA BIODIVERSITÀ. PROSPETTIVE SCIENTIFICHE E APPLICATIVE IN UN ORIZZONTE MULTI-SCALA

(*) Dipartimento di Scienze e Tecnologie Ambientali Forestali, Università degli Studi di Firenze

La conservazione della diversità biologica rappresenta uno dei capisaldi della gestione sostenibile delle risorse naturali.

Nell'ultimo decennio sono state avviate numerose indagini scientifiche con l'obiettivo di evidenziare i rapporti fra diversità biologica e selvicoltura e, sul piano applicativo, di definire linee guida per la gestione sostenibile degli ecosistemi forestali.

Il presente contributo analizza le principali teorie di riferimento per la conservazione della biodiversità in relazione alle ricadute sul piano della selvicoltura e della gestione forestale.

La selvicoltura agisce sulla biodiversità degli ecosistemi forestali con una serie di effetti che si manifestano a diverse scale spazio-temporali. La diversità dipende quindi dalla scala di osservazione e dalle interazioni che attraversano più scale spazio-temporali.

Poiché la natura è dinamica e gli ecosistemi sono sistemi aperti, in continuo cambiamento, conservare la biodiversità non vuol dire solo salvare dall'estinzione specie o entità considerate a rischio, ma anche, e soprattutto, sostenere o riparare la capacità degli ecosistemi di adattarsi ai cambiamenti.

Per individuare una strategia di gestione che garantisca la conservazione della biodiversità forestale occorre fare riferimento a un paradigma scientifico che, coerentemente con i più recenti sviluppi dell'ecologia, considera gli ecosistemi forestali come sistemi biologici complessi, caratterizzati dall'imprevedibilità e dall'indeterminatezza delle reazioni e dalla pluralità delle retroazioni. La complessità dei sistemi viventi sfugge a una definizione: è più della somma delle parti.

La ricerca in questo campo ha ancora molto da fare. Poiché l'interpretazione di risultati di indagini a scale diverse è spesso contraddittoria, occorre assumersi la responsabilità di agire anche in mancanza di certezze. Invece di cercare di *gestire* la complessità per assolvere determinati fini la ricerca dovrebbe orientarsi verso l'individuazione di strategie operative basate sull'*interazione* con i sistemi naturali.

Parole chiave: biodiversità, gestione forestale, selvicoltura, complessità.

Key words: biodiversity, forest management, silviculture, complexity.

1. PREMESSA

A partire dalla Conferenza di Rio del 1992 la preoccupazione per l'estinzione delle specie e la riduzione della biodiversità è presente in tutte le risoluzioni internazionali che riguardano la protezione dell'ambiente e la gestione sostenibile delle risorse naturali.

Nonostante ciò, ancora nel 2002 la Conferenza delle Parti, nel Piano strategico per la Convenzione sulla Diversità Biologica (CBD), rilevava come la perdita di biodiversità continuasse ad aumentare. Fra gli ostacoli all'implementazione della Convenzione si evidenziavano la perdita dei saperi tradizionali, la difficoltà di trasferire efficacemente il sapere scientifico nella gestione delle risorse naturali e la mancanza di una diffusa consapevolezza e informazione del pubblico.

Nel nostro Paese l'impegno per la conservazione della biodiversità è stato recepito a tutti i livelli normativi: nazionale, regionale, locale. Negli ultimi anni si sta assistendo a una sempre più vasta diffusione di progetti di tutela della natura e di conservazione della biodiversità: il crescente interesse della comunità scientifica per queste tematiche è sottolineato in modo molto evidente dal grande numero di contributi giunti a questa sessione del Congresso.

Già la mozione conclusiva del II Congresso Nazionale di Selvicoltura di Venezia nel 1998 sottolineava l'importanza del bosco per la salvaguardia della biodiversità e elencava una serie di impegni necessari per garantire la gestione sostenibile dei boschi e la conservazione della loro biodiversità. In particolare evidenziava la necessità di:

- assicurare continuità di gestione attiva del patrimonio forestale con tecniche selvicolturali appropriate;
- mantenere agli ecosistemi forestali la loro capacità di risposta ai fattori naturali e artificiali di perturbazione;
- assicurare un sistema integrato di aree forestali protette ecologicamente rappresentative, capaci di garantire tutte le componenti forestali;
- mettere in atto le azioni di monitoraggio degli ecosistemi forestali e le ricerche sulla loro funzionalità, biodiversità e sulle interazioni con gli interventi selvicolturali.

Nel 2003, cinque anni dopo il Congresso di Venezia e cinque anni prima di questo Congresso, avevo esaminato come si stava evolvendo la percezione del problema e avevo evidenziato come due diversi e contrastanti fenomeni rappresentassero elementi di criticità per la conservazione della biodiversità forestale nel nostro Paese: da un lato l'abbandono di molte aree boscate; dall'altro la semplificazione delle tecniche colturali e la concentrazione delle utilizzazioni nei boschi, soprattutto cedui, che si

trovano in condizioni di accessibilità e di mercato favorevoli. Questi fenomeni sono ancora in atto e vanno attentamente valutati per le loro ricadute sull'efficienza complessiva dei sistemi forestali.

L'Inventario nazionale delle foreste e dei serbatoi di carbonio ha rilevato che oggi il 27,5% della superficie forestale è tutelata da vincolo naturalistico. Il 14,1% dei boschi sono inclusi in aree protette e il 22,2% della superficie a Bosco ricade in siti Natura 2000. Questi dati testimoniano l'importanza delle foreste per la conservazione della biodiversità nell'ambito delle politiche di tutela della natura. Mettono altresì in evidenza la rilevanza, a livello territoriale, di queste realtà e la conseguente necessità di proseguire nell'integrazione fra uso delle risorse forestali e loro conservazione al fine di andare verso una sempre più condivisa gestione delle risorse naturali.

Le strategie per conservare la biodiversità e invertire il trend di riduzione riguardano la preservazione di *habitat* e ecosistemi (principalmente attraverso l'istituzione di aree protette) e le azioni da intraprendere per ridurre l'impatto dell'attività umana al di fuori delle aree protette. Le aree protette dovrebbero essere un estremo di un *continuum* di diversi modi di gestire il territorio per conservare la biodiversità.

Come ho già ricordato, nell'ultimo decennio sono state avviate numerose indagini scientifiche con l'obiettivo di evidenziare i rapporti fra diversità biologica e selvicoltura e, sul piano applicativo, di definire linee guida per la gestione sostenibile degli ecosistemi forestali.

Con questo contributo intendo proporre alcuni spunti che spero siano utili ai lavori di questa sessione e al dibattito che seguirà.

2. GLI ECOSISTEMI FORESTALI: APERTI, COMPLESSI, IMPREVEDIBILI

Una delle caratteristiche dei sistemi naturali è il continuo cambiamento. È stato affermato che l'evoluzione è il principio che unisce tutta la biologia, l'unico meccanismo logico per spiegare la biodiversità come la vediamo oggi e in grado di offrire una prospettiva storica alle dinamiche della vita (Meffe e Carroll, 1997).

In altri termini, poiché la natura è in continuo cambiamento, quello che osserviamo in un determinato momento non è altro che un fermo immagine di un film che continua a scorrere, una immagine che è il prodotto della storia dell'ecosistema, una storia unica, diversa dalla storia di ogni altro ecosistema. Molti dei processi che producono e sostengono la diversità biologica di un ecosistema forestale si riferiscono a eventi che si sono verificati in un lontano passato - il cosiddetto presente invisibile di Magnusson (1990). Per comprendere il presente è quindi necessario conoscere questa storia, ma è anche vero che la conoscenza del passato non può indicare con certezza quale sarà la traiettoria futura di quel bosco (Ciancio e Nocentini, 2004).

Nelle osservazioni sperimentali diverse scale temporali produrranno risultati diversi. Si pensi alle indagini sulla variazione del numero di specie di un determinato gruppo funzionale (a esempio, specie erbacee o arbustive) a seguito di diversi trattamenti (a esempio, il taglio raso):

aumentando via via la durata del periodo di osservazione il numero varierà e le conclusioni che si potranno trarre saranno molto diverse (Ciancio e Nocentini, 2003).

Poiché gli ecosistemi non sono sistemi chiusi, non hanno confini impermeabili, anche la scala spaziale a cui si svolgono i diversi processi è determinante per garantire la loro funzionalità. Entro certi limiti, la resilienza, intesa come la capacità degli ecosistemi di cambiare senza perdere aspetti funzionali, aumenta all'aumentare della scala spaziale di riferimento (White *et al.*, 2000).

Il contesto spaziale include i caratteri della matrice paesaggistica in cui è inserito un determinato ecosistema, la natura dei confini e dei margini e la dimensione, distribuzione e isolamento degli altri ecosistemi nella matrice (White e Walker, 1997).

Sul piano scientifico e sperimentale molta attenzione è stata ed è tuttora rivolta all'influenza della frammentazione e dell'isolamento degli *habitat* sulle caratteristiche, vitalità e possibilità di conservazione delle popolazioni. Ma il contesto spaziale può influenzare fortemente i processi che si svolgono all'interno di un determinato ecosistema anche a seguito di cambiamenti che avvengono al di fuori della zona considerata. Sono ben noti, a esempio, gli effetti che cambiamenti nella gestione di popolazioni animali di interesse venatorio possono avere sui processi di rinnovazione dei soprassuoli forestali anche in zone diverse rispetto a quelle considerate.

Come nel caso della scala temporale, le osservazioni scientifiche sono necessariamente limitate a una o poche scale spaziali. La diversità di specie o di strutture varia al variare della scala di riferimento. Inoltre, la presenza di processi che si svolgono attraverso diverse scale spaziali rende molto difficile quantificare il loro effetto sulla funzionalità dell'ecosistema.

La questione della scala spazio-temporale di riferimento non riguarda solo le indagini scientifiche ma ha anche ricadute cruciali sul piano applicativo: il Millennium Ecosystem Assessment ha evidenziato chiaramente come molti problemi ambientali siano stati causati dalla mancanza di corrispondenza fra le scale a cui si verificano i processi ecologici e la scala a cui si svolgono le decisioni che li riguardano. Gli effetti che si manifestano a una determinata scala spesso sono influenzati in maniera determinante dalle interazioni dei fattori ecologici, socioeconomici e politici a scale spazio-temporali diverse.

3. QUALE È LA BIODIVERSITÀ CHE CONTA?

Le relazioni tra diversità di specie e funzionamento degli ecosistemi sono state oggetto di lunghi dibattiti fra gli ecologi (cfr. a es. Ehrlich e Ehrlich, 1981; Walker, 1992; Lawton e Brown, 1992; Berryman, 1993; Perry e Amaranthus, 1997).

Generalmente siamo portati a considerare quello che possiamo vedere direttamente, come le specie animali e vegetali di maggiori dimensioni (Nee, 2004). Ma negli ecosistemi forestali, per esempio, la maggior parte della diversità si trova fra i batteri, i protozoi, i molluschi, i funghi, i licheni, gli artropodi (Crow, 1988, 1990; Marcot, 1997). Questi organismi sono fondamentali per mantenere l'efficienza dei processi ecologici.

Le conoscenze scientifiche necessarie per capire le

complesse interazioni che caratterizzano le dinamiche ecologiche sono ancora alla fase iniziale. Per questo motivo una notevole cautela dovrebbe essere usata nel valutare il ruolo delle diverse specie o gruppi funzionali: l'effetto stabilizzante di una o più specie nei confronti del funzionamento dell'ecosistema potrebbe manifestarsi in presenza di situazioni particolari di stress.

Inoltre, la ridondanza nei processi fondamentali che sembra caratterizzare gli ecosistemi potrebbe mascherare l'indebolimento della loro capacità di reazione: è ben nota la metafora dell'aereo secondo la quale la perdita di qualche ribattino può non avere conseguenze per il volo in condizioni di tempo sereno, ma può provocare un disastro durante un temporale.

Altra domanda da porsi quando si opera in un territorio come il nostro, dove l'attività umana ha fortemente modificato la composizione, struttura e funzionalità degli ecosistemi e in particolare delle foreste, è se la biodiversità debba includere anche la diversità "artificiale". La risposta non è così semplice come potrebbe sembrare. Con il termine "artificiale" si possono intendere sia le specie vegetali e animali introdotte nel corso dei secoli, sia la diversità di paesaggi e ambienti creata dall'attività umana.

Oggi i fenomeni di spontaneizzazione che manifestano alcune di queste specie definite "aliene" stanno sollevando preoccupazione per la conservazione della biodiversità. Ma è anche vero che i paesaggi mediterranei, frutto della lunga interazione dell'uomo con l'ambiente, sono ricchi di una diversità che oggi ha valore non solo naturalistico, ma anche culturale e antropologico. Come hanno scritto Mauro e Hardison (2000), non è né saggio né giusto salvare pagine del libro della vita mentre sconsideratamente gettiamo via pagine del libro della cultura.

4. SI PUÒ CONSERVARE LA BIODIVERSITÀ?

Se il bosco è un sistema aperto, complesso, imprevedibile, se il concetto stesso di biodiversità sfugge a una definizione univoca e teoricamente condivisa, poiché dipende non solo dalla scala di osservazione dei fenomeni, ma anche dal quadro concettuale di riferimento, si può realmente parlare di *conservare* la biodiversità?

È ormai assodato che l'obiettivo della conservazione non è quello di arrestare il cambiamento genetico, né di cercare di conservare lo *status quo*, ma piuttosto di agire in modo da assicurare alle popolazioni e agli ecosistemi la possibilità di rispondere in maniera adattativa ai cambiamenti ambientali (Meffe e Carroll, 1997).

Per tradurre in pratica questo obiettivo in campo forestale occorre innanzitutto cambiare l'approccio riduttivo che ha portato a considerare il bosco solo come una somma di alberi di interesse economico e che oggi sempre più spesso lo interpreta come una lista di specie. Bisogna cioè abbandonare quella logica, intrinsecamente riduttiva, che ritiene che una volta individuate le esigenze delle diverse specie, la gestione potrà poi tenerne conto in maniera deterministica e tutelare così la biodiversità. Infatti, a meno che non siano stati radicalmente semplificati ben oltre le condizioni naturali, gli ecosistemi forestali sono comunque troppo complessi e labili per permettere una gestione deterministicamente accurata di tutte le loro componenti.

In secondo luogo occorre cambiare i modelli di riferimento della selvicoltura e della gestione forestale che, con l'obiettivo di massimizzare una o poche funzioni del bosco, tendono a ridurre la varietà di strutture e di processi per favorire l'uniformità e la regolarità.

In terzo luogo è necessario agire in modo da differenziare la gestione a diverse scale spazio-temporali e favorire la presenza di tutti quegli elementi che possono fungere da collegamento fra le diverse scale (Nocentini, 2005). Questo approccio, che Schulte *et al.* (2006) hanno definito "la diversità genera diversità", è il più indicato per conservare la biodiversità in tutte quelle situazioni dove l'impatto antropico ha agito da lungo tempo plasmando il paesaggio in maniera determinante.

5. CONSERVARE LA BIODIVERSITÀ, INTERAGIRE CON LA COMPLESSITÀ

Il mondo scientifico ha acquisito la consapevolezza che la conservazione della biodiversità non può prescindere dal riconoscere la complessità dei sistemi viventi, tra cui anche gli ecosistemi forestali. Ma si può davvero parlare di *gestire* la complessità? Il concetto di complessità sfugge a una definizione: è più della somma delle parti e delle funzioni di un determinato ecosistema.

La ricerca in questo campo ha ancora molto da fare. Poiché l'interpretazione di risultati di indagini a scale diverse è spesso contraddittoria, occorre assumersi la responsabilità di agire anche in mancanza di certezze. Invece di cercare di *gestire* la complessità per assolvere determinati fini la ricerca dovrebbe orientarsi verso l'individuazione di strategie operative basate sull'*interazione* con i processi che caratterizzano i sistemi naturali.

La gestione deve procedere come un esperimento: la reazione a ogni intervento dovrà essere monitorata utilizzando anche indicatori opportunamente scelti, non come soglie di riferimento ma come parametri per misurare il cambiamento relativo nel tempo (Ciancio e Nocentini, 2002). Questo significa adottare un approccio adattativo in modo che vi sia una sorta di coevoluzione fra caratteri degli interventi colturali, funzionalità dell'ecosistema e conservazione della sua diversità. Le parole chiave di un tale approccio si concretizzano nei concetti di: monitoraggio, adattamento, condivisione, consenso.

La selvicoltura è un potente strumento per favorire la conservazione della biodiversità. A patto però che sia una selvicoltura libera da modelli predefiniti, una selvicoltura che mette in primo piano la funzionalità del bosco, una selvicoltura in sintonia con la sua anima (Ciancio, 1994).

Una tale selvicoltura deve essere coadiuvata da una pianificazione che tenga conto delle diverse scale a cui si svolgono i processi che garantiscono la funzionalità degli ecosistemi forestali. I piani di gestione forestale, scegliendo il percorso colturale più adatto alle diverse situazioni, possono contribuire a tradurre in pratica la teoria secondo la quale la diversità genera diversità. I piani di gestione forestale consentono inoltre di recuperare e valorizzare, modulandole nel tempo e nello spazio, forme di governo e trattamento del bosco che fanno parte del patrimonio storico e culturale del nostro Paese.

La pianificazione forestale rappresenta quindi una formidabile opportunità per contribuire al trasferimento delle conoscenze scientifiche nella pratica operativa, fornendo, a sua volta, preziosi dati empirici utili per consentire la verifica dei fondamenti concettuali della conservazione. Attraverso l'esplicitazione degli obiettivi e delle tecniche degli interventi programmati, univocamente individuabili sul territorio, la pianificazione concorre a dare trasparenza alla gestione forestale: essa diviene così un momento fondamentale nel processo adattativo necessario per ottenere il consenso di tutte le parti interessate alla gestione e alla conservazione delle risorse forestali, contribuendo a diffondere conoscenza e informazione.

In conclusione mi sento di poter affermare che esiste oggi una *affinità elettiva* fra selvicoltura e biodiversità: il grande numero di contributi arrivati per questa sessione lo conferma e sono certa che il dibattito che seguirà produrrà significativi passi avanti in questo campo di indagine, fortemente stimolante sia sul piano scientifico che su quello del trasferimento e dell'implementazione operativa.

SUMMARY

SILVICULTURE AND BIODIVERSITY CONSERVATION. SCIENTIFIC PERSPECTIVES AND APPLICATIONS IN A MULTISCALE HORIZON

Biodiversity conservation is the basis of natural resources sustainable management.

In the last decade many research projects have been started with the aim of determining the relationship between biological diversity and silviculture and, on the practical side, to define guidelines for the sustainable management of forest ecosystems.

This paper analyses the main reference theories for biodiversity conservation in relation to the operational feedback on silviculture and forest management.

Silviculture impacts on forest biodiversity with a series of effects at different time and space scales. Therefore biodiversity depends on the scale of observations and on the interactions that cross multiple time and space scales.

Because nature is dynamic and ecosystems are continuously changing, open systems, conserving biodiversity does not only mean saving species from extinction but also, and above all, sustaining or repairing ecosystem's ability to adapt to changes.

To outline a management strategy for biodiversity conservation the reference paradigm must consider forest ecosystems as complex biological systems, characterized by unpredictability and multiple retroactions. The complexity of living systems escapes a definition: it is much more than the sum of the parts.

Research in this field has still much to do. Results from research carried out at different scales is often contradictory; therefore there is the need to act even in front of uncertainties. Instead of trying to *manage* complexity to reach specific aims, such as biodiversity conservation, it is suggested that research should outline operative strategies based on the *interaction* with natural systems.

BIBLIOGRAFIA

- Berryman A.A., 1993 – *Food-web connectance and feedback dominance, or does everything depend on everything else?* *Oikos*, 68: 183-185.
- Ciancio O., 1994 – *I diritti del bosco*. *L'Italia Forestale e Montana*. 49 (5): 445
- Ciancio O., Nocentini S., 2002 – *Conceptual issues of close-to-nature silviculture and biodiversity conservation and related monitoring requirements*. European Commission EUR 20392 EN (2002), Proceedings of the IUFRO Conference "Collecting and Analyzing Information for Sustainable Forest Management and Biodiversity Monitoring with special reference to Mediterranean Ecosystems" Palermo, 4-7 December 2001. Edited by P. Corona, S. Folving, M. Marchetti. Pp. 27-39.
- Ciancio O., Nocentini S., 2003 – *La conservazione della biodiversità nei sistemi forestali. 2. Specie, strutture, processi*. *L'Italia forestale e montana* 58(1): 1-6.
- Ciancio O., Nocentini S., 2004 – *Biodiversity conservation in Mediterranean forest ecosystems: from theory to operationality*. In: *Monitoring and Indicators of Forest Biodiversity in Europe – From Ideas to Operationality*. A cura di M. Marchetti. *EFI Proceedings No 51*, 2004: 163-168.
- Crow T.R., 1988 – *Biological diversity: why is it important to foresters?* In: «Managing north central forests for non-timber values». Duluth, MN, Society of American Foresters.
- Crow T.R., 1990 – *Old growth and biological diversity: a basis for sustainable forestry*. In: «Old growth forests; What are they? How do they work?», Toronto, Canada. Canadian Scholar Press.
- Ehrlich P.R., Ehrlich A., 1981 – *Extinction: the causes and consequences of the disappearance of species*. Random House, New York.
- Lawton J.J., Brown V. K., 1992 – *Redundancy in ecosystems*. In: Schulze E. D., Mooney H. A. «Biodiversity and ecosystem function». New York, Springer Verlag.
- Magnusson J.L., 1990 – *Long-term ecological research and the invisible present*. *BioScience*, 40: 495-501.
- Marcot B.G., 1997 – *Biodiversity of old forests of the west: a lesson from our elders*. In: Khom K. A., Franklin J. F. «Creating a forestry for the 21st century». Island Press, Washington D.C., pp. 87-105.
- Mauro F., Hardison P. D., 2000 – *The traditional knowledge of indigenous and local communities: international debate and policy initiatives*. *Ecological applications*, 10 (5): 1263-1269.
- Meffe G.K., Carroll C.R., 1997 – *What is conservation biology?* In: *Principles of conservation biology*. G. K. Meffe, C. R. Carroll and contributors. Second edition. Sinauer Associates, Inc. Sunderland, Massachusetts. Pp. 3-28.
- Nee S., 2004 – *More than meets the eye-earth's real biodiversity is invisible, whether we like it or not*. *Nature*, 429, 804-805.
- Nocentini S., 2005 – *Conservazione della complessità e della diversità biologica dei sistemi forestali*. *L'Italia Forestale e Montana*, 60 (8).
- Perry D.A., Amaranthus M.P., 1997 – *Disturbance, recovery and stability*. In: Khom K.A., Franklin J.F. «Creating a forestry for the 21st century». Island Press, Washington D.C., pp. 31-56.

- Schulte L.A., Mitchell R.J., Hunter Jr. M.L., Franklin J.F., McIntyre R.K., Palik B.J., 2006 – *Evaluating the conceptual tools for forest biodiversity conservation and their implementation in the U.S.* Forest Ecology and Management, 232 (2006) 1-11.
- Walker B.H., 1992 – *Biodiversity and ecological redundancy.* Conservation Biology, 6: 18-23.
- White P.S., Walker J.L., 1997 – *Approximating nature's variation: selecting and using reference information in restoration ecology.* Restoration Ecology, 5 (4): 338-349.
- White P.S., Harrod J., Walker J.L., Jentsch A., 2000 – *Disturbance, scale and boundary in wilderness management.* USDA Forest Service Proceedings RMRS-P-15. Vol. 2: 27-42.

SELVICOLTURA E VARIABILITÀ GENETICA: FUNZIONALITÀ E CONSERVAZIONE DEGLI ECOSISTEMI FORESTALI

(*) *Dipartimento di Scienze e Tecnologie Ambientali Forestali, Università degli Studi di Firenze*

È noto che alla base gestionale della selvicoltura vi è la conoscenza eco-biologica dell'ecosistema bosco, nonché le interpretazioni delle relazioni intercorrenti tra funzionalità, potenzialità, produttività e stabilità. In questo triangolo di processo, ruolo determinante viene svolto dalla diversità genetica che assume significato di riferimento e fattore di coesistenza a livello inter e intraspecifico.

La diversità morfo-funzionale è controllata dalla variabilità genetica che contribuisce in modo prioritario a realizzare la strutturazione spazio/tempo delle specie come risultato dell'interazione tra sistema genetico ed ambiente. Le caratteristiche dei sistemi riproduttivi che definiscono la trasmissione dell'informazione genetica, congiuntamente all'azione dei fattori evolutivi, creano una grande variabilità genetica individuale all'interno delle popolazioni che è la chiave essenziale della sopravvivenza, resistenza e resilienza di un eccezionale insieme che, tra l'altro, è costituito dai più grandi organismi viventi, ma obbligati a vivere per lungo tempo immobili nello spazio.

Riconoscendo a tutte le forme di vita un valore intrinseco che può essere ecologico ed economico, realizzato o potenziale, la gestione della diversità genetica, questo le coinvolge tutte nella conservazione. Per gli alberi, componente dominante, la perdita di diversità può essere determinante per la funzionalità del sistema: la conservazione di questa ai massimi livelli, diventa obiettivo di importanza assoluta, e base fondamentale per assicurare il più efficace adattamento evolutivo e nello stesso tempo il più prezioso serbatoio da utilizzare anche in futuro attraverso programmi di miglioramento genetico.

Parole chiave: variabilità genetica, selvicoltura, conservazione, genomica di popolazione.

Key words: genetic variability, silviculture, conservation, genomic population.

1. In un articolo del 1998 dal titolo "Biodiversity: A diversity in definition" l'ecologo Michele Kaennel, riconosce che, sebbene il termine biodiversità sia diffusamente usato, una definizione intellegibile di questo non esiste.

Ciò può essere dovuto in parte al fatto che del termine, poiché d'uso sempre più frequente, se ne sia fatto un certo abuso facendolo apparire d'impiego quasi banale e semplicistico se non addirittura improprio.

Invece è riconosciuto come la più straordinaria caratteristica del nostro Pianeta sia la presenza della vita e come la più straordinaria caratteristica della vita sia la diversità. Da ciò possiamo allora indicare che la biodiversità rappresenta la varietà e la variabilità degli organismi viventi in un contesto molteplice e variabile da un punto di vista ecologico-stazionale (Giannini e Susmel, 2006). Siamo di fronte ad un concetto complesso essendo coinvolto il pensiero d'insieme che si colloca in un sistema ecologico integrato in cui, tra l'altro, le componenti mantengono la propria individualità e la loro unione crea nuove proprietà emergenti non presenti in loro.

Questo sistema ecologico integrato è caratterizzato da diversi livelli di organizzazione biologica di cui quelli di più vasta portata riguardano la diversità ecologica, la diversità specifica, la diversità genetica.

Più in generale, la funzionalità dell'ecosistema dipende dalle caratteristiche e dalle proprietà delle componenti che lo realizzano congiuntamente alle proprietà collettive che derivano dall'organizzazione di queste, nonché dal risultato degli effetti delle interrelazioni che si vengono a creare a livello di biocenosi.

La componente ereditaria trasmessa a livello molecolare

è la variabilità genetica, la quale rappresenta la somma complessiva delle informazioni contenute nei geni degli organismi quali piante, animali, e microrganismi che popolano la Terra. Lo studio ed il confronto a livello di geni, introduce l'idea di diversità genetica che consiste nell'apprezzamento delle variazioni e/o delle somiglianze riscontrabili nella sequenza primaria degli acidi nucleici (DNA e RNA) posseduta da individui della stessa specie. I singoli individui si possono caratterizzare per un diverso assortimento allelico per locus, che insieme alla distribuzione allelica a livello di gruppo determinano i gradi di diversità genetica tra ed entro le popolazioni.

L'approccio scientifico ci indica come la componente genetica ecologica assuma importanza fondamentale nelle varie fasi che contribuiscono alla funzionalità degli ecosistemi. Questi ultimi faranno riferimento a modelli di diversità differenti nei quali però il "motore" è la componente genetica che negli organismi conferisce perpetuità al sistema da una generazione all'altra.

Questo processo si sviluppa seguendo un doppio percorso dinamico nello spazio e nel tempo, il che sta ad indicare che l'interesse riversato e riservato alla variabilità genetica, sta nel fatto che la perdita parziale (erosione) e/o totale (estinzione) di questa, rappresenta danno incalcolabile con riflessi diretti sulla sopravvivenza dell'uomo.

Questo è messo bene in luce dai numerosi ed autorevoli studi condotti negli ultimi 50 anni che, documentano con dati puntuali il passato ed il presente, ma che prospettano anche scenari futuri. Un'analisi approfondita dei risultati scaturiti da tali studi potrebbe essere d'aiuto per rispondere ad una domanda assillante che riguarda cosa è accaduto,

cosa accade, cosa potrà accadere qualora non vi fosse stata, non vi sia o non vi sarà diversità genetica.

2. Appare di interesse considerare alcuni aspetti delle relazioni intercorrenti tra variabilità genetica, funzionalità dell'ecosistema foresta e selvicoltura.

È oggi accettato come una più ampia diversità controlli, non solo una maggiore produttività nelle comunità vegetali, ma anche un maggior numero di nutrienti ed una maggiore stabilità. Studi di campo condotti in ambienti differenziati, sono concordi nel dimostrare come un dimezzamento del numero delle specie, nell'ambito dell'ecosistema, sia responsabile di una perdita di produttività del 10-20% e questo si ripete per ogni successiva paritetica riduzione.

Nel caso in cui i processi e le interrelazioni che si instaurano a livello di ecosistema risultino variabili, ovvero meno stabili, i livelli di diversità risultano più bassi. La maggiore stabilità dei più diversi ecosistemi risulterebbe controllata da tre fattori legati direttamente alla diversità. Il primo fa riferimento all'autoecologia delle singole specie: queste, differendo l'una dall'altra, tendono a rispondere in modo indipendente alla variabilità ambientale. Il secondo riguarda l'abbondanza delle singole specie: nell'ambito di uno stesso livello trofico, ciascuna specie compete con le altre, creando, in relazione alla diversa presenza, una covarianza negativa che conduce ad una riduzione della variabilità della comunità nel suo insieme. Il terzo coinvolge la stabilità temporale la cui misura esprime variabilità, dando significato all'abbondanza. In questo caso il valore è espresso dal rapporto tra abbondanza specie-specifica della comunità e la sua deviazione standar temporale. Un aumento dell'abbondanza specie-specifica della comunità comporta un aumento della diversità la quale, in tal modo, fornisce una misura della stabilità.

La diversità assume quindi importanza fondamentale per la funzionalità degli ecosistemi, così come altri fattori quali ad esempio le caratteristiche stazionali, la strutturazione delle specie in entità sottospecifiche, i regimi di disturbo che intervengono ed interagiscono congiuntamente. In vero allo stato attuale il mondo scientifico conosce ancora troppo poco su come gli "ecosistemi forestali lavorano" per cui ai quesiti e alle domande a cui si dovrebbe dare una risposta, che sono veramente numerosi, è possibile rispondere solo in modo parziale (Naeem *et al.*, 1994; Walker *et al.*, 1999; Pfisterer e Schmid, 2002).

I processi che consentono a specie interagenti di coesistere in un ecosistema simultaneamente influenzano la produttività, i cicli biogeochimici e quindi la stabilità. Poiché la perdita di diversità incide in senso negativo sulla funzionalità degli ecosistemi, la necessità del mantenimento di questa ai massimi livelli potrebbe spiegare il perché la struttura degli ecosistemi a livello mondiale è necessariamente così diversa nella ricchezza delle proprie componenti.

Questo aspetto potrebbe essere motivo di profonda riflessione in quanto coinvolge la ricerca delle conoscenze sulle forze e sui processi che portano all'evoluzione, all'adattamento e alla persistenza delle specie. Come già indicato siamo di fronte a sistemi complessi, non riproducibili in laboratorio, nei quali la conoscenza della componente genetica, per essere nota, non può che essere affrontata attraverso step successivi di indagine relativi a gerarchie tra le specie e nelle specie.

Gli alberi rappresentano la componente più vistosa e dominante dell'ecosistema foresta: controllano i processi a livello epigeo ed ipogeo, sono caratterizzati da lunghi cicli vitali, possiedono una variabilità intrinseca elevata dovuta all'alto tasso di eterozigosità. La loro forza sta nella capacità "di fare squadra" il che conferisce valore aggiunto alla regolazione dell'ecosistema stesso.

Si comprende il ruolo centrale svolto dal fattore coesistenza a livello inter ed intrapopolazione e come questa richieda la presenza di continue compensazioni capaci di confrontarsi con i fattori che intervengono nel determinare la *fitness* riproduttiva e l'abbondanza delle specie stesse.

Lo studio dei meccanismi compensativi inter ed intraspecifici, può portare ad un arricchimento delle conoscenze sulle relazioni intercorrenti tra abilità competitiva e capacità dispersiva, tra suscettibilità e resistenza-resilienza a stress biotici ed abiotici, ma anche tra utilizzazione e competizione per le risorse disponibili di un determinato territorio.

È noto che il rapporto uomo/foresta, sviluppatosi nel tempo, ha avuto effetti molto diversificati essendo stato causa di distruzione, frammentazione, erosione, sostituzione della copertura arborea. Anche nei casi di basso impatto, è rimasta dominante la visione del bosco soggetto/oggetto fornitore di beni e servizi tra cui in primo luogo, fonte di materia prima legnosa. Questa, perché così espresa, di fatto riceve configurazione di bene indispensabile per la vita dell'uomo.

La ricerca nel tempo del migliore compromesso accettabile, che consentisse il prelievo di questa biomassa (e non solo) e la conservazione dell'ecosistema foresta ai più alti livelli possibili di funzionalità, può essere interpretato come il percorso storico della selvicoltura che comunque si identifica nella coltura, ma anche nella cultura, del bosco mezzo e strumento di uso.

Da un punto di vista generale l'effetto più vistoso di questo compromesso ha riguardato e riguarda la semplificazione dei cicli di successione naturali, che ha, come prima conseguenza l'interruzione di catene trofiche, la perdita di complessità e di diversità.

Da un punto di vista genetico, la riduzione del numero degli individui all'interno di popolazioni e/o di intere popolazioni, può rappresentare momento dirompente sulla variabilità ovvero sulle capacità selettive e di adattamento.

La diversità fenotipica presente tra i taxa nei diversi ambienti riflette l'evoluzione adattativa ed è osservabile perché ereditabile. Gli alberi forestali hanno aggiustato ed aggiustano la loro autoecologia e fisiologia attraverso un processo adattativo che nel caso specifico è molto raffinato in relazione anche alla lunghezza del loro ciclo biologico.

Da ciò si comprende bene il ruolo fondamentale dell'informazione genetica in quanto depositaria delle potenzialità di fondo nel controllo dell'espressione e della regolazione di caratteri e processi. La strutturazione genetica nello spazio e nel tempo ovvero la distribuzione dei fenotipi e degli alleli, assume ruolo di guida e di responsabilità nella dinamica della presenza/assenza dei *pool genici* in relazione ai livelli di adattamento ai cambiamenti ambientali, ai sistemi di accoppiamento, ai rapporti di concorrenza, nonché di densità, e quindi alla capacità di sopravvivenza delle discendenze.

Ecco che il miglior compromesso nell'uso dell'ecosistema foresta, deve considerare prioritario l'aspetto conservativo

della strutturazione genetica perché il complesso genico a livello di individuo, di popolazione e di specie, rappresenta la base fondamentale per il più soddisfacente adattamento evolutivo e nello stesso tempo, serbatoio prezioso di diversità il cui ruolo è impossibile prevedere quale potrebbe essere nel futuro.

3. L'avvento della genomica e dei nuovi settori scientifici degli "omics", stanno recando un contributo determinante sulla comprensione dei collegamenti esistenti fra meccanismi molecolari, funzione genica, ecologia, fisiologia ed evoluzione.

Sebbene l'attività scientifica recente ed "*in progress*" riguardante studi molecolari di base sull'evoluzione adattativa, sia concentrata su *Arabidopsis thaliana* (Stenøien *et al.*, 2002; McKay *et al.*, 2003), gli alberi rappresentano un buon modello a causa della loro storia di genetica all'adattamento (González-Martínez *et al.*, 2006). Alcuni vantaggi sono offerti dalla naturalità delle loro popolazioni (Neale e Savolainen, 2004), dalla loro abbondante diversità nucleotidica (eterozigosità) e dal veloce decremento del tasso di associazione fisica tra loci sullo stesso cromosoma (Linkage Disequilibrium: LD)¹.

L'adattamento locale a livello di popolazione può essere espressione di condizioni ambientali diversificate ovvero riferibile a stress biotici e/o abiotici che possono contribuire, attraverso il susseguirsi di generazioni, alla speciazione (Schluter, 2001; Kawecki e Ebert, 2004). Questa possibilità intrinseca ha un valore conservativo molto alto in quanto, tra l'altro, rappresenta il serbatoio da utilizzare per i programmi di miglioramento genetico (Aitken, 2000).

La migliore misura per giudicare l'efficacia relativa di un carattere adattativo è la conoscenza dell'effetto di questo sulla fitness stessa o sui "componenti della fitness" come produzione di seme, capacità germinativa, sopravvivenza e crescita delle piante durante il ciclo vitale. Nell'ambito di questo si possono identificare step successivi di riferimento per i quali è possibile ipotizzare e studiare le relazioni interconnesse tra caratteri morfologici, processi biochimici-fisiologici, adattamento ed il loro controllo genetico. Sarebbe di grande utilità poter rispondere alla domanda: quali caratteri contribuiscono alla sopravvivenza o alla produzione di biomassa e quali sono i geni responsabili della variazione genetica di questi caratteri?

Le modificazioni su larga scala nell'espressione genica avvengono rapidamente in risposta alle più consistenti variazioni ambientali. Questo fatto può essere d'aiuto per lo studio della plasticità fenotipica e nello stesso tempo offrire la possibilità di individuare i geni responsabili della variazione naturale nei caratteri di natura adattativa.

Diversi tentativi di ricerca sono stati portati avanti nel tempo con impegno al fine di comprendere l'interconnessione dei fattori evolutivi, che intervengono nel definire la demografia e la struttura genetica, ed il modo in cui definiscono la variazione genica e l'adattamento (Namkoong, 2001). Inizialmente le prove di provenienza, strumento di selezione razziale, nonché l'impiego di marcatori molecolari, hanno permesso di studiare e misurare la diversità genetica adattativa.

Alla base delle prime si collocava il pensiero dominante

che le popolazioni degli alberi forestali (entità sottospecifiche), venivano ritenute "well adapted" alle condizioni ambientabili anche se era nota la presenza di alcune di esse in stazioni sub-ottimali. Basti pensare a quelle soggette a forti cambiamenti climatici, ma anche a quelle marginali (Rehfeldt *et al.*, 2001). Invero le prove di provenienze, che erano state sviluppate per individuare quelle "migliori" per la realizzazione ed il successo dei nuovi impianti, anche in aree non di indigenato, fornivano informazioni sulla variabilità fenotipica dei caratteri di interesse, ma non quelle sull'azione dei singoli geni.

I marcatori molecolari hanno arrecato un notevolissimo contributo alla descrizione delle strutturazioni nello spazio e nel tempo delle frequenze alleliche e genotipiche (filogeografia). Molto scarso è stato invece il contributo alle conoscenze sul ruolo della potenzialità adattativa.

Più recente è stato l'interesse per la mappatura di QTL (*Quantitative Trait Loci*) ovvero per metodiche che consentono di individuare regioni del genoma responsabili della variazione di insiemi di caratteri e che in questo senso possono essere impiegati per studiare, qualora presenti, quelli di natura adattativa. Le procedure prevedono l'impiego di ampie popolazioni segreganti² i cui individui sono genotipizzati attraverso marcatori molecolari e fenotipizzati per caratteri d'interesse.

Il ricorso a metodi statistici (regressioni multiple, maximum likelihood) consente di trovare i marcatori associati con il carattere quantitativo. Nondimeno anche questa strategia non consente di rivelare geni specifici che controllano caratteri adattativi.

Sono forse i settori di ricerca oggi coinvolti negli "omics" che possono fornire informazioni sulla genomica funzionale e sui marcatori ad essi associati.

In un lavoro di sintesi, specifico per gli alberi forestali, Gonzalez-Martinez e collaboratori (2006) indicano che i marcatori ideali per studiare la variazione adattativa dovrebbero avere unite alcune specificità quali i) essere coinvolti in modo diretto nel controllo genetico dei caratteri adattativi, ii) fare riferimento a sequenze note del DNA per funzioni conosciute, iii) avere una variazione allelica nota e facilmente identificabile. Il grosso sforzo scientifico portato avanti in questo settore, ha consentito di raggiungere interessanti successi che riguardano la descrizione (EST: *Expressed Sequence Tag*) di numerose sequenze nucleotidiche in molte specie tra cui quelle dei generi *Picea*, *Pinus*, *Populus* (Andersen e Lubberstedt, 2003).

Gli alberi forestali sono caratterizzati da alti tassi di ricombinazione e presentano regioni genomiche non codificanti in cui marcatori microsatelliti in ESTs possono non essere in Linkage Disequilibrium (LD) con le regioni codificanti a causa del decadimento delle sequenze in LD stesso. L'analisi di sequenza del "complesso EST-nSSRs" consente di riconoscere gli effetti della selezione in quanto, attraverso queste procedure molecolari è possibile studiare i pattern di polimorfismi nucleotidici in regioni funzionali per separare gli effetti dovuti all'azione della selezione da quelli imputabili ad altri fattori, come ad esempio, nei processi demografici.

¹ Questo rappresenta un fenomeno di coadattamento genetico.

² È necessario disporre di mappe ad alta saturazione ottenute attraverso il ricorso a popolazioni segreganti di oltre 500 individui (Gonzalez-Martinez *et al.*, 2006).

I polimorfismi di singoli nucleotidi (SNPs: *Single Nucleotide Polymorphisms*) in quanto sostituzioni mutazionali non sinonime, rappresentano potenzialmente i più efficaci marcatori genomici anche per la loro abbondanza e per il fatto che risentono dell'efficacia della pressione selettiva nei confronti di caratteri associati a stress biotici ed abiotici (caratteri adattativi).

La genotipizzazione di tutti i marcatori SNPs o di una parte di essi (30-60%) nei possibili geni coinvolti in stress abiotici, può essere sufficiente nel rappresentare la maggior parte della variazione allelica.

L'approccio alla base della genomica di popolazione coinvolge molti geni e caratteri e ne prevede lo studio globale in quanto tutti i geni che vengono espressi sono "considerati" per uno o numerosi caratteri. Questa è una situazione ideale difficilmente perseguibile nella sua interezza nel settore forestale a causa dei tempi e dei costi. Sarà necessario quindi operare nella scelta e nella selezione di "loci-geni putativi candidati". In questo caso un notevole aiuto può essere fornito dal trasferimento delle conoscenze reperite in piante modello.

Test di neutralità applicati a sequenze nucleotidiche di singoli geni possono essere usati per individuare geni candidati o SNPs ritenuti sotto pressione di selezione e quindi per disporre di mappe associative o per affrontare studi di genomica di popolazione. Molti geni identificati attraverso questo approccio sono risultati associati alla tolleranza a stress e/o a vie metaboliche funzionali tra cui quelle coinvolte nella formazione della lignina (Peter e Neale, 2004) (Pot *et al.*, 2005; Gonzalez-Martinez *et al.*, 2006).

L'associazione di mappa impiega il Linkage Disequilibrium a livello di popolazioni, per pervenire ad associazioni statistiche tra marcatori molecolari e caratteri fenotipici. Impiegando i geni candidati come marcatori è possibile individuare alleli che sono direttamente coinvolti nel controllo genetico di caratteri in fenotipi derivanti da numerose generazioni di selezione naturale (Hirschhorn e Daly, 2005).

Di estremo interesse appaiono i progressi raggiunti dalla genomica funzionale nello studio dell'espressione e della funzione dei geni. L'obiettivo è diretto verso la comprensione di come il genotipo influenzi il complesso fenotipico. In questi casi alla realizzazione di dettagliati profili trascrizionali segue la descrizione dell'espressione e lo studio della regolazione dei geni.

La presenza di associazione tra un fenotipo e un particolare allele o aplotipo, può consentire attraverso la genomica funzionale, lo studio degli effetti della variazione di SNPs, alleli o aplotipi sull'espressione genica.

La scoperta di loci con livelli molto alti o molto bassi di variazione e di differenziazione che vengono indicati come "outlier loci" ha consentito di individuare quelli soggetti a pressione di selezione e così distinguere gli effetti (di più ampia azione sui genomi) attribuibili ai processi demografici da quelli inerenti specifici locus adattativi (Luikart *et al.*, 2003). Ciò è stato evidenziato in casi di selezione bilanciata (superdominanza) dove gli individui eterozigoti vengono ad essere favoriti o in quelli di selezione dipendente per cui singoli alleli possono conferire una più alta fitness nel caso siano presenti ad alta frequenza.

Mediante la descrizione degli *outlier loci* è possibile pervenire alla stima della differenziazione genetica a li-

vello di popolazione, che si attua attraverso il confronto della stima di divergenza (*es.* usando l'indice F_{ST}) tra marcatori neutrali putativi (nSSRs) e geni candidati (SNPs e EST). I geni candidati che mostrano la più alta (o più bassa) differenziazione rispetto ai putativi neutrali possono essere considerati sotto selezione divergente (o stabilizzante).

Ancora più avanzato appare comunque l'approccio che, escludendo lo *screening* di marcatori neutrali, prevede l'uso della teoria di coalescenza nel costruire, attraverso programmi di simulazione, una stima neutrale della divergenza genetica tra popolazioni (Gonzalez-Martinez *et al.*, 2006).

4. Più in generale è possibile affermare che la comprensione delle basi molecolari, dell'adattamento e dei processi evolutivi nella configurazione della diversità genetica degli alberi forestali richiede oggi un approccio scientifico integrato tra discipline innovative che ricadono negli "omics" e quelle ad esse relative nell'ambito della biologia e della biotecnologia. E' inoltre indispensabile avere e mantenere costante il rapporto scientifico con le teorie evuzionistiche che fanno riferimento ai modelli di coalescenza ed alle deduzioni Bayesane (Rosemberg e Nord Borg, 2002; Beaumont e Rannala, 2004). Questi approcci hanno successo applicativo se vengono rispettate alcune regole tra le quali la prima riguarda la necessità di effettuare la scelta dei loci (geni) così detti candidati per caratteri adattativi ed averne il controllo nelle regioni coinvolte. Questo si può raggiungere attraverso la genomica funzionale evuzionistica ed ecologica che può fornire profili trascrizionali di un insieme di loci candidati ad effetti sui fenotipi. Così devono essere stimate le frequenze degli alleli a livello di popolazione naturale per identificare i caratteri della variazione adattativa nei confronti delle diverse condizioni ambientali.

La distribuzione delle frequenze alleliche di geni candidati per caratteri adattativi può essere correlata con le caratteristiche edafiche o con variazioni altitudinali né più né meno seguendo quanto è stato operato nel caso nella descrizione delle variazioni fenotipiche nell'organizzazione climale ed ecotipica effettuata degli studi genecologici. La differenziazione genetica tra popolazioni può rivelare particolari e diversi effetti che possono significare divergenze adattative o indicare dove, nell'ambito della distribuzione naturale di una specie, mutazioni di "riferimento puntuale", siano state favorite e fissate perché in accordo con la direzione della selezione operante in quella località.

Per le loro caratteristiche biologiche gli alberi forestali rivestono carattere particolare anche per la storia evolutiva degli organismi del nostro pianeta - alcune specie risalgono a periodi molto antichi; altre, soprattutto alcune presenti in foreste pluviali tropicali, hanno origine più recente - rivestono un ruolo rilevante per la conservazione della biodiversità globale. In questo senso la gestione selvicolturale deve essere condotta affinché l'uso del bosco, consenta la preservazione dei polimorfismi adattativi e dei pool genici delle popolazioni geneticamente divergenti.

Gli studi di genetica e genomica di popolazione, possono svolgere un ruolo importante perché sono capaci di contribuire ad indicare in che modo sia possibile ricorrere a pratiche d'uso del bosco e nello stesso tempo mantenere la piena integrità della potenzialità adattativa.

SUMMARY

SILVICULTURE AND GENETIC VARIABILITY: FUNCTIONALITY AND CONSERVATION OF THE FOREST ECOSYSTEMS

It is well known that the primary ground of silviculture is the eco-biological knowledge of forest ecosystems, as well as, the understanding of relationships among functionality, productivity and stability. In this triangle, high genetic diversity has been shown to enhance ecological efficiency on spatial scale and over various intervals of time.

As forest trees are normally the keystone of forest ecosystems, their continued existence, is essential for the presence of organisms associations and for their environment.

Genetic diversity is the key component for long term survival of the forest tree populations and, at the same time, the foundation of sustainability because it provides leading material for continued adaptation and evolution. Genetic variability is also the basis for tree improvement through selective breeding.

Morfo-functional diversity is controlled by the genetic variability that contributes to realize the structuring pace/time of the species as well as resulting of the interaction between genetic systems and environment. The characteristics of the reproductive system that control the transmission of the genetic information, jointly to the action of evolutionary factors, determine a great individual genetic variability inside the populations that is the essential key of survival and adaptation.

As all forms of life have an intrinsic value that can be ecological and economical, potential or realized, the management of the genetic diversity involves all in the maintenance: a reduction of it can predispose forests to environment-related decline in health and productivity.

Population genomics, through allelic effects on phenotypes and identifying patterns of adaptive variations at the environment level, will constitute, in the future, a useful tool to foreseen conservation strategies for forest trees.

BIBLIOGRAFIA

Aitken S.N., 2000 – *Plenary address: Conserving adaptive variation in forest ecosystems*. Journal of Sustainable Forestry 10: 1-12.

Andersen J.R., Lubberstedt T., 2003 – *Functional markers in plants*. Trends in Plant Science 8: 554-560.

Beaumont M.A., Rannala B., 2004 – *The Bayesian revolution in genetics*. Nature Reviews Genetics 5: 251-261.

Giannini R., Susmel L., 2006 – *Foreste, boschi, arboricoltura da legno*. Forest@ 3 (4): 464-487.

González-Martínez S.C., Krutovsky K.V., Neale D.B., 2006 – *Forest-tree population genomics and adaptive evolution*. New Phytologist 170: 227-238.

Hirschhorn J.N., Daly M.J., 2005 – *Genome-wide association studies for common diseases and complex traits*. Nature Reviews Genetics 6: 95-108.

Kaennel M., 1998 – *Biodiversity: A strategy in definition*. In: Bachmann P., Köhl M., Päävinen R. (eds.), Assessment of Biodiversity for Improved Forest Planning. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 71-81.

Kawecki T.J., Ebert D., 2004 – *Conceptual issues in local adaptation*. Ecology Letters 7: 1225-1241.

Luikart G., England P., Tallmon D., Jordan S., Taberlet P., 2003 – *The power and promise of population genomics: from genotyping to genome typing*. Nature Reviews Genetics 4: 981-994.

McKay J.K., Richards J.H., Mitchell-Olds T., 2003 – *Genetics of drought adaptation in Arabidopsis thaliana. I. Pleiotropy contributes to genetic correlations among ecological traits*. Molecular. Ecology 12: 1137-1151.

Namkoong G., 2001 – *Forest genetics: pattern and complexity*. Canadian Journal of Forest Research 31: 623-632.

Naeem S., Thompson L.J., Lawler S.P., Woodfin R.M., 1994 – *Declining biodiversity can alter the performance of ecosystems*. Nature 368: 734-737.

Neale D.B., Savolainen O., 2004 – *Association genetics of complex traits in conifers*. Trends in Plant Science 9: 325-330.

Peter G., Neale D., 2004 – *Molecular basis for the evolution of xylem lignification*. Current opinion in Plant Biology 7: 737-742.

Pfisterer A.B., Schmid B., 2002 – *Diversity-dependent production can decrease the stability of ecosystem functioning*. Nature 416 (6876): 84-86.

Pot D., McMillan L., Craig E., Le Provost G., Garnier-Géré P., Cato S., Plomion C., 2005 – *Nucleotide variation in two pine species*. New Phytologist 167: 101-112.

Rehfeldt G.E., Wykoff W., Ying C.C., 2001 – *Physiological plasticity, evolution, and impacts of a changing climate on Pinus contorta*. Climatic Change 50: 355-376.

Rosenberg N.A., Nordborg M., 2002 – *Genealogical trees, coalescent theory and analysis of genetic polymorphisms*. Nature Reviews Genetics 3: 380-390.

Schluter D., 2001 – *Ecology and the origin of species*. Trends in Ecology and Evolution, 16: 372-380.

Stenøien H.K., Fenster C.B., Kuittinen H., Savolainen O., 2002 – *Quantifying latitudinal clines to light responses in natural populations of Arabidopsis thaliana (Brassicaceae)*. American Journal of Botany 89: 1604-1608.

Walker B., Kinzig A., Langridge J., 1999 – *Plant attribute diversity, resilience, and ecosystem function: the nature and significance of dominant and minor species*. Ecosystems 2: 95-113.

BIODIVERSITÀ NEI TIPI FORESTALI: UN AUSILIO ALLA GESTIONE FORESTALE

(*) Dipartimento Territorio e Sistemi Agro Forestali, Università degli Studi di Padova, Legnaro (PD)

I sistemi di classificazione dei boschi per tipi forestali, già da quasi un ventennio sviluppati in Italia a scala regionale, si caratterizzano per la loro chiara connotazione applicativa. Essi, infatti, a differenza di altri sistemi, individuano le unità, non solo sulla base di caratteristiche floristiche e/o ecologiche, ma anche in relazione a comuni linee culturali. Proprio per questa specificità le tipologie forestali sono state adottate e sono entrate nella prassi progettuale in molte regioni italiane, enti cui spetta la competenza nella gestione delle foreste.

L'articolo, dopo aver trattato gli aspetti generali su cui si basano i lavori di tipologia forestale finora pubblicati in Italia, analizza le relazioni con sistemi basati su altri criteri, predisposti a livello nazionale o europeo. Sono poi descritte alcune applicazioni che gli studi di tipologia forestale hanno già avuto in Italia nella pianificazione forestale, nella gestione delle aree protette e nella redazione di cartografie tematiche.

Nell'ultima parte sono evidenziati gli argomenti che meriterebbero di essere sviluppati in futuro relativi: alla valutazione in termini gestionali e alla rappresentazione cartografica delle aree ecotonali, alla quantificazione della vulnerabilità e della resilienza delle diverse unità tipologiche agli eventi calamitosi, all'affinamento delle conoscenze sul funzionamento di alcune unità, a una maggiore integrazione fra unità tipologiche e pianificazione forestale, con particolare riferimento alla modellistica culturale.

Parole chiave: biodiversità, tipi forestali, selvicoltura.

Key words: biodiversity, forest types, silviculture.

Mots clés: biodiversité, types forestiers, sylviculture.

Nel tentativo di comprendere la complessità che permea molti fenomeni, siano essi naturali o prodotti dall'uomo, la mente umana ricorre a dei sistemi di classificazione creando, spesso artificiosamente, delle unità entro le quali collocare gli elementi che hanno un qualche carattere in comune. Ciò permette di ridurre il numero degli enti da considerare, facilitando così l'analisi del complesso.

A parità dell'oggetto da catalogare, i diversi sistemi di classificazione differiscono, in estrema sintesi, per lo scopo per il quale sono stati concepiti. Un breve esempio può chiarire questo concetto. Una decina di libri può essere disposta su uno scaffale con vari criteri: in ordine alfabetico per autore, per argomento o anche in base alla dimensione o al colore. Evidentemente i primi due criteri sono adatti a chi vorrà ritrovare, in un secondo tempo, i volumi conoscendo l'autore o l'argomento, mentre gli ultimi due criteri potrebbero essere adottati per motivi estetici, ad esempio da un arredatore. Ne consegue che, ogni sistema di classificazione si caratterizza per essere stato concepito con una specifica finalità.

Passando dal generale al particolare, nell'ultimo ventennio del secolo scorso si è andato affermando in Italia un sistema di classificazione dei boschi su basi tipologiche caratterizzato da una specifica finalità applicativa (Del Favero *et al.*, 1990). Lo scopo è quello d'individuare delle unità, i tipi forestali, che permettano di cogliere l'interazione fra i fattori ecologici "attivi" in un dato luogo con le caratteristiche intrinseche di ogni specie, venendo a costituire un insieme omogeneo, un quadro, di cui si riesce, o almeno si dovrebbe riuscire, a comprendere il significato. Se il "funzionamento biologico" del tipo è reso così intelligibile, anche se solo nelle sue linee generali, le scelte sulla selvicoltura in esso applicabile divengono quasi obbligate, almeno per chi intenda operare nell'ottica di una selvicol-

tura naturalistica, vale a dire di una selvicoltura sostenibile rispettosa del bosco (Del Favero, 1999).

Certo tutte le alternative saranno percorribili dal selvicoltore, ma quanto più esse implicheranno azioni contrarie o divergenti dal funzionamento del sistema, tanto più comporteranno dei costi ambientali, siano essi diretti o indiretti (Del Favero, 1999).

Oltre a soddisfare un'esigenza della mente umana, gli studi di tipologia forestale svolgono un importante ruolo facilitando la condivisione delle informazioni, grazie alla standardizzazione del linguaggio, consentendo così il confronto fra esperienze diverse e, quindi, una maggior facilità d'individuare linee di politica forestale e singole prescrizioni.

La maggioranza degli studi tipologici finora pubblicati in Italia hanno adottato la scala regionale. Questo soprattutto perché l'ente amministrativo preposto a formulare direttive nel settore forestale è oggi, appunto, la Regione. Peraltro, questa scala è risultata sufficientemente piccola per fornire un quadro di sintesi capace di standardizzare il linguaggio e permettere un confronto delle esperienze fra tecnici che operano nella medesima realtà e altrettanto sufficientemente ampia da consentire di scendere nel giusto dettaglio, così da conservare un elevato grado di omogeneità delle linee gestionali applicabili in ciascun'unità. È proprio grazie alla scelta di questa scala sufficientemente equilibrata che gli studi tipologici hanno finora dimostrato una certa utilità e diffusione anche in Italia.

Quasi tutte le Regioni, infatti, sono oggi dotate di studi di tipologia forestale, presentati in diverso modo, da veri e propri volumi fino a semplici legende di carte (Camerano *et al.*, 2007; Caminiti *et al.*, 2002; Corona *et al.*, 2001; Costantini *et al.*, 2006; Cullotta, 2003; Cullotta e Marchetti, 2007; Del Favero *et al.*, 1990; Del Favero *et al.*, 1991; Del

Favero e Lasen, 1993; Del Favero *et al.*, 1998; Del Favero *et al.*, 2002; I.P.L.A., 2002; La Mantia *et al.*, 2000, 2001; Mercurio e Spampinato, 2006; Mercurio *et al.*, 2007; Mondino *et al.*, 1996; Mondino e Bernetti, 1998; Odasso, 2002; Terzuolo *et al.*, 2006). Anche la rappresentazione cartografica delle unità tipologiche è già abbastanza avanzata (Calvo *et al.*, 2006; Corona *et al.*, 2001; Costantini e al. 2006; Del Favero, 2006; I.P.L.A., 2002; Regione Piemonte, 2005). In tabella 1 e nelle figure 1 e 2 è sintetizzato lo stato dell'arte in Italia degli studi di tipologia forestale e della relativa cartografia.

Sono, infine disponibili due volumi di sintesi, uno relativo ai boschi delle Regioni alpine e l'altro di quelle meridionali e insulari (Del Favero, 2004; Del Favero, 2008).

Almeno nelle Regioni con più lunga tradizione, i sistemi di classificazione tipologica dei boschi sono oramai comunemente impiegati nei piani e nei progetti e la loro nomenclatura è già entrata nel gergo comune. Essi si sono affermati soprattutto per la tenacia con cui i funzionari regionali hanno insistito per la loro applicazione.

Una buona integrazione si è avuta anche con altri sistemi di classificazione (ad esempio quelli del progetto europeo Habitat-Natura 2000), grazie a specifiche tabelle di corrispondenza, spesso corredate di commenti, che accompagnano la maggior parte dei lavori tipologici (Del Favero, 2006).

Interessanti applicazioni si sono avute pure in settori collaterali alla selvicoltura. È il caso delle normative di pianificazione forestale che adottano le tipologie come base conoscitiva e interpretativa della complessità dei sistemi forestali. Si tratta dei Piani forestali e dei Progetti di riqualificazione ambientale del Friuli Venezia Giulia (Del Favero *et al.*, 2000; Solari *et al.*, 2000), dei Piani di riordino forestale del Veneto (Del Favero *et al.*, 1998), dei Piani territoriali forestali del Piemonte (I.P.L.A., 1996) e dei Piani d'indirizzo forestale della Lombardia (Regione Lombardia, 2004).

Altra applicazione di una certa rilevanza, sperimentata per la prima volta in Italia nel *Progetto boschi del Parco regionale dei Colli Euganei* (Del Favero, 2001) e poi sviluppata da altri in diverse realtà (Calvo e al. 2005; Calvo *et al.*, 2006; Carriero e al. 2002), considera la possibilità di produrre automaticamente una *carta delle specie arboree ecologicamente coerenti*. Si tratta, per certi versi, di uno studio sulla "vegetazione potenziale forestale" seguendo esperienze simili condotte in altri Paesi (Jones *et al.*, 1999; Meidinger *et al.*, 2000). Disponendo di una carta di questo tipo è possibile crearne altre derivate, come quella della *naturalità*, che permette d'evidenziare l'impatto della gestione forestale sulla composizione arborea, o quella delle *anomalie spaziali*, vale a dire la rappresentazione cartografica di quelle tessere del mosaico territoriale che hanno particolari anomalie dimensionali o di distanza rispetto alla situazione "naturale" (Del Favero, 2001) e perciò indicatrici di probabili disturbi naturali o antropogeni.

Proprio dalla trasposizione cartografica degli studi di tipologia forestale emerge un primo problema non ancora risolto in modo soddisfacente. Esso è legato alla presenza in Natura delle zone ecotonali, vale a dire delle aree di transizione e di sovrapposizione fra diverse unità. Vari approcci sono stati proposti per la loro rappresentazione cartografica. Il più ricorrente si rifà a metodi probabilistici, fondati su approcci riferibili alla "logica sfocata" (A.P.A.T., s.d., Feoli e Zuccarello, 1988; Roberts, 1986;

Zimmerman, 1996; Chirici, 2005). Altra soluzione è quella d'impiegare un approccio descrittivo, ricorrendo al concetto di *relazioni catenali* (Pignatti (1998).

Entrambe queste possibilità, sebbene risolvano in qualche modo il problema della rappresentazione degli ecotoni, non trovano, invece, soluzione ad una questione propria del momento applicativo-gestionale. Permane, infatti, l'incertezza di come formulare in queste aree specifiche prescrizioni, che spesso sarebbero necessarie per la salvaguardia della biodiversità, di cui gli ecotoni sono particolarmente ricchi (Farina, 1995). Nelle aree sfumate, infatti, anche le prescrizioni rischiano d'essere altrettanto sfumate o di complicarsi eccessivamente, rischiando così di essere disattese. Purtroppo non molti hanno cercato di affrontare questo specifico problema che compare in vari ambiti, dalla pianificazione forestale alla gestione delle aree protette.

Ma altre questioni restano ancora aperte negli studi e nell'applicazione delle tipologie forestali. Di esse vorrei far cenno in questa parte conclusiva del mio intervento.

Una delle finalità principali degli studi di tipologia forestale è quella di poter tracciare, per ogni unità o per gruppi di unità, delle linee gestionali compatibili. La compatibilità deriverebbe dal fatto che le azioni proposte dovrebbero essere massimamente rispettose del naturale funzionamento di ciascun sistema. Evidentemente per assolvere a questo obiettivo sarebbe necessario conoscere tale funzionamento, prendendo come riferimento, almeno in prima approssimazione, quello dei sistemi "vergini", vale a dire non influenzati dall'azione dell'uomo. Considerare le foreste vergini come paradigma della gestione forestale non costituisce certamente una novità essendo stato argomento di studio di vari autori del secolo scorso e anche della fine del 1800 (Gayer, 1880; Fröhlich, 1925; Rubner, 1934; Fröhlich, 1940; Leibundgut, 1959; Mayer 1976; Mayer, 1978; Susmel, 1981; Leibundgut, 1982; Hofmann, 1985; Greene, 1988; Morrison, 1988; Booth, 1989; Norse, 1990; Thomas *et al.*, 1993; Korpel, 1995; Giurgiu *et al.*, 2001; Piovesan *et al.*, 2003; Motta *et al.*, 2008). Tale approccio ha avuto un successivo sviluppo con l'affermarsi di una nuova branca della Selvicoltura, la cosiddetta *Silvologia*, proposta da Oldeman (1990, 1994). Tuttavia, una cattiva interpretazione del ruolo dei disturbi naturali, ha notevolmente condizionato l'individuazione delle foreste vergini in Europa, cosicché la maggior parte di quelle ancora presenti è ascrivibile solo ad alcune formazioni particolari, per lo più abieteti, faggete e peccete. A nessuno o a pochi è, invece, venuto in mente di descrivere fra le foreste vergini o vetuste, per esempio, alcune pinete di pino silvestre, presenti lungo aridi e pendenti versanti, certamente da molto tempo non interessate dall'azione dell'uomo. La conseguenza di questa distorta interpretazione delle foreste che si possono considerare vergini è che per alcune il funzionamento è noto, mentre per altre le informazioni disponibili sono molto poche o addirittura assenti. In particolare, mancano dati sul funzionamento della maggior parte dei querceti, fra i quali se ne annoverano alcuni di notevole rilevanza territoriale, come quelli di cerro o di roverella. È auspicabile che in futuro una più approfondita conoscenza del territorio, possibile anche grazie ai notevoli sviluppi avuti dalle applicazioni in campo forestale del telerilevamento (Chirici e Corona, 2006; Corona, 2003), permetta d'individuare boschi con caratteristiche adatte a colmare questo rilevante vuoto conoscitivo.

In merito ai disturbi è da segnalare un problema che si sta

affacciando prepotentemente alla ribalta forestale italiana. È innegabile che in molte parti della penisola la pressione antropica sui boschi è andata progressivamente riducendosi. Il risultato è stato un innalzamento dei livelli provvigionali e un generale invecchiamento dei boschi. Questo è da vedere in senso positivo, soprattutto ricordando le aree in passato eccessivamente sfruttate e prossime al degrado. Se tale tendenza permarrà, il che non è certo vista la continua e crescente domanda di combustibile legnoso dovuta alla crisi energetica mondiale, è probabile che compariranno con maggior frequenza disturbi dovuti alla naturale senescenza di molti soprassuoli. Va, infatti, ricordata la regola generale secondo la quale qualsiasi popolazione ogni volta che aumenta fino a raggiungere livelli di là delle risorse disponibili innesca meccanismi di regolazione (carenze nutrizionali, epidemie, infestazioni, crolli, ecc.) che la riducono numericamente fino a renderla nuovamente compatibile con le risorse.

La pratica selvicolturale ha come conseguenza prima quella di mantenere con il taglio i boschi a bassi livelli di massa, di età, ecc. Se essa mancherà è probabile che la quantità di disturbi, o meglio di certi disturbi, tenderà ad aumentare. Se questi non dovessero essere tollerati, perché ad esempio, troppo sconvolgenti gli assetti consolidati dei paesaggi, sarà necessario essere capaci di valutare la soglia di criticità di ciascun disturbo e la resilienza dei vari sistemi, così da anticipare, là dove necessario, la comparsa di quelli indesiderati. Ad esempio, potrà essere interessante conoscere per ogni formazione la soglia critica della quantità di legno morto che potrebbe essere lasciata in bosco prima che determini un naturale, ma temibile, innalzamento demografico degli xilodemolitori o un eccessivo aumento della velocità di sviluppo di un eventuale incendio.

Evidentemente questi ragionamenti potrebbero portare a rivedere i modelli culturali che stanno alla base di molte scelte gestionali. Si pensi alla lunghezza dei cicli, ovvero più semplicemente, alla frequenza degli interventi o alla scelta di non intervenire.

Ma, più in generale, è probabile che molte concezioni classiche della modellistica assestamentale possano trovare diverse applicazioni, come evidenziato di recente da Colpi e Hellrigl (2008), e che la pianificazione forestale possa subire un opportuno processo innovativo, grazie anche a nuove tecnologie di rilevamento che stanno cominciando a diffondersi nel mondo forestale, come ad esempio quelle che prevedono l'uso del laser, aerotrasportato o terrestre (Abramo *et al.*, 2007, Barilotti *et al.*, 2005; Barilotti *et al.*, 2007).

Un esempio in questo senso può essere quello relativo all'interpretazione in chiave planimetrico-cronologica del dimensionamento delle riserve naturali. Finora le scelte che hanno portato all'individuazione e alla perimetrazione delle riserve sono dovute, oltre agli aspetti politici, alla preoccupazione di conservare staticamente una rarità nello spazio, mentre quasi mai si è pensato alla sua conservazione dinamica nel tempo. In altre parole, molto spesso ci si è dimenticati che le formazioni che si vogliono conservare sono viventi e che, come tali, alla lunga destinate a decadere e a scomparire. La loro conservazione potrebbe, invece, essere garantita dalla loro continuità generazionale, possibile attraverso una sorta di normalità planimetrico-cronologica. Sarebbe cioè necessario che la riserva avesse almeno una superficie minima garante della continuità generazionale. Un semplice esempio può essere riportato a

chiarimento. Esso si riferisce ai querceti di leccio tipici, ossia puri, presenti soprattutto nella fascia montana della Sicilia e della Sardegna. In base allo studio del loro funzionamento (Susmel *et al.*, 1976; Del Favero, 2008) si può ritenere che abbiano un tempo di permanenza di circa 500 anni e che il processo di rinnovazione avvenga attraverso la creazione di *gap* che possono avere singolarmente una dimensione di circa 1000 m². Moltiplicando questi due termini si ottiene un'area di 50 ettari che rappresenta la superficie che dovrebbe avere la riserva per garantire la continuità spazio-temporale della formazione.

Evidentemente si tratta di un mero calcolo teorico, privo di riscontro reale. Infatti, sarà molto improbabile che annualmente si apra un *gap*, mentre sarà più probabile che se ne aprano più d'uno contemporaneamente in occasione di eventi climatici particolari, come forti venti, ecc. Tuttavia, il concetto di superficie minima garante della continuità generazionale resta valido nella sua generalità, anche se finora esso è stato trascurato.

In conclusione, ho cercato in questa relazione di delineare alcuni possibili scenari nei quali potranno trovare applicazione gli studi di tipologia forestale. Certamente molti altri se ne potrebbero ricordare e altri ancora al momento non immaginabili. D'altra parte, nell'attuale Società la previsione degli scenari futuri costituisce "uno sport estremo". Finisco ricordando a mio demerito che solo due anni fa scrissi un editoriale per la rivista Forest@ (Del Favero, 2006) nel quale evidenziavo le possibili conseguenze sulla selvicoltura di due grandi eventi economici: la crisi energetica e la delocalizzazione industriale. Ebbene a distanza di due anni, la prima ha assunto una rilevanza inimmaginabile, mentre la seconda sta perdendo d'importanza a causa della prima, poiché i crescenti costi dei carburanti non la rendono più conveniente. Chi l'avrebbe mai detto!!!!!!



Figura 1. Stato dell'arte degli studi di tipologia forestale in Italia. I numeri riportati si riferiscono all'anno di pubblicazione dei lavori.
Figure 1. Forest typology studies at regional scale: state of the art in Italy. The numbers refer to the publication of the works.
Figure 1. Etat de l'art sur les études de typologie forestière en Italie. Les chiffres reportés se réfèrent aux années de publication des travaux.



Figura 2. Diffusione delle cartografie dei tipi forestali nelle diverse Regioni d'Italia.

Figure 2. Dissemination of maps of forest types in different regions of Italy.

Figure 2. Distribution des cartes des types forestiers dans les différentes régions d'Italie.

<i>Regione</i>	<i>Tipologia forestale</i>	<i>Cartografia tipologica</i>
Valle d'Aosta	disponibile (2007)	in corso di elaborazione
Piemonte	disponibile (1996)	disponibile (2002)
Liguria	disponibile (2006)	non disponibile
Lombardia	disponibile (2002)	disponibile (2007)
Provincia Trento	disponibile (2002)	in corso di elaborazione
Provincia Bolzano	in corso di elaborazione (conclusione 2008)	in corso di elaborazione
Veneto	disponibile (1990)	disponibile (2006)
Friuli Venezia Giulia	disponibile (1998)	disponibile (2000)
Emilia Romagna	non disponibile	non disponibile
Toscana	disponibile (1998)	disponibile (1998)
Marche	disponibile (2002)	disponibile (2002)
Umbria	legenda per carta (2003)	disponibile (2003)
Abruzzo	conclusa ma non pubblicata; disponibile legenda per carta	parziale (web) ultimata entro 2008
Molise	conclusa ma non pubblicata	disponibile (2007)
Lazio	in corso di elaborazione (conclusione 2008)	in corso di elaborazione (conclusione 2008)
Puglia	in corso di elaborazione	non disponibile
Campania	non disponibile	non disponibile
Basilicata	legenda per carta	disponibile (2006)
Calabria	parziale	parziale
Sicilia	disponibile (2000)	in via di elaborazione
Sardegna	non disponibile	non disponibile

Tabella 1. Stato dell'arte in Italia degli studi di tipologia forestale a scala regionale e della loro rappresentazione cartografica*.

Table 1. Forest typology studies at regional scale and their mapping: state of the art in Italy*.

Tableau 1. Etat de l'art en Italie sur les études de typologie forestière à l'échelle régionale et sur leur restitution cartographique*.

* La tabella è stata compilata anche grazie alle informazioni fornite dal prof. Marco Marchetti che si ringrazia.

SUMMARY

BIODIVERSITY IN FOREST TYPES: AN AID TO FOREST MANAGEMENT

The rating systems of forests based on forest typologies have been developed in Italy at regional level for the past 20 years and are currently known to be very efficient and widely used in standard practice.

In fact, unlike different systems, forest typologies allow to single out the relevant typology units in relation not only to floristic/ecological features but also to common management guidelines. Owing to their distinctive features, forest typologies have been adopted by most Italian Regions, i.e. the local authorities in charge of forest management.

After dealing with forest typologies in general terms with reference to the Italian publications so far issued on this subject, the paper in question analyzes the relationship between forest typologies and other classification systems based on different criteria elaborated at national or European level. The paper goes on to illustrate a number of applications of forest typologies to forest management in Italy, namely in forest planning, the management of protected areas and the preparation of thematic maps.

The last part evidences issues which the author considers worth being further developed in future, such as the assessment of forest typologies in management terms, the cartographic representation of ecotonal areas, the quantification of vulnerability and the resilience of different typology units to natural disasters. The author also emphasizes the need to improve our knowledge of how some units can be best used and the need of a better integration between typology units and forest management with special reference to the elaboration of models of virtual forests.

RÉSUMÉ

BIODIVERSITE DANS LES TYPES FORESTIERS: UNE AIDE A LA GESTION FORESTIERE

Les systèmes de classification des forêts en types forestiers, développés à échelle régionale depuis presque une vingtaine d'années en Italie, se caractérisent par une nette connotation applicative. En effet ces systèmes, à la différence d'autres, reconnaissent les unités non seulement sur la base de caractères floristiques et/ou écologiques, mais aussi en relation à des principes de gestion sylvicole. Pour cette raison précise, les typologies forestières sont utilisées couramment en phase de planification par beaucoup de régions italiennes, établissements responsables de la gestion des forêts.

Après avoir traité les aspects généraux sur lesquels se basent les travaux de typologie forestière publiés en Italie jusqu'à présent, l'article analyse les relations avec les systèmes fondés sur d'autres critères prédéfinis au niveau national et européen. Est ensuite décrit un petit nombre d'applications que les études de typologie forestière ont déjà fournies en Italie dans la programmation forestière, la gestion des sites protégés et la rédaction de cartographies thématiques.

Dans la dernière partie du travail, sont mis en évidence les aspects qui méritent d'être développés dans le futur et relatifs: à l'évaluation des mesures de gestion et à la

représentation cartographique des zones d'écotone, à la quantification de la vulnérabilité et de la résilience des diverses unités typologiques aux intempéries naturelles, à la mise au point des connaissances sur le fonctionnement de certaines unités, à une plus grande intégration entre unités typologiques et programmation forestière, avec une référence aux modèles de gestion sylvicole.

BIBLIOGRAFIA

- Abramo E., Barilotti A., Sepic F., 2007 – *Dalla dendrometria diametrica alla dendrometria ipsometrica: stima del volume degli alberi da rilievi laser-scanning*. Forest@ 4 (4): 373-385 (2007) [online] RL:http://www.sisef.it/forest@/pdf/Abramo_481.pdf.
- A.P.A.T., s.d. – *La carta della Natura*. http://www.apat.gov.it/site/it-IT/Progetti/Carta_della_Natura/.
- Barilotti A., Turco S., Ciampalini R., 2005 – *Misurazione automatica di singoli alberi attraverso analisi morfologiche su dati laser scanning*. Atti 9a Conferenza nazionale ASITA, Catania 15-18 novembre 2005.
- Barilotti A., Sepic F., Abramo E., Crosilla F., 2007 – *Assessing the 3D structure of the single crowns in mixed alpine forests*. PIA07 Photogrammetric Image Analysis, Munich, 19-21 settembre 2007, Germany.
- Barilotti A., Sepic F., Abramo E., Crosilla F., 2007 – *Improving the morphological analysis for tree extraction: a dynamic approach to lidar data*. ISPRS Workshop on Laser Scanning 2007, Espoo 12-14 settembre 2007, Finland.
- Booth W., 1989 – *New thinking on old growth*. - Science, (244): 141-143.
- Calvo E., Del Favero R., Fasolini D., Carta M., Cereda M., Gallinaro N., Odasso M., Della Torre C., Bodoardo V., Marchetti V., D'Ambrosi E., Federicis P., Zanetti G., Gregorini G., Sguazzini D., Nicoloso A., 2005 – *Metodologia di redazione della carta dei tipi forestali della Regione Lombardia*. V Congresso Nazionale SISEF, Torino, 27-30 settembre 2005.
- Calvo E., Del Favero R., Carta M., Cereda M., Federicis P., Gallinaro N., Odasso M., 2006 – *La carta dei tipi forestali*. Regione Lombardia, DVD.
- Camerano P., Terzuolo P.G., Varese P., 2007 – *I tipi forestali della Valle d'Aosta*. Compagnia delle Foreste s.r.l., Arezzo.
- Caminiti F., Gugliotta O., Mercurio R., Modica G., Spampinato G., 2002 – *Primo contributo per lo studio delle tipologie forestali nel Parco Nazionale dell'Aspromonte*. Annali Accademia Italiana Scienze Forestali, 159-218.
- Carriero A., Odasso M., Sottovia L., 2002. – *Un modello per la rappresentazione cartografica automatizzata dei tipi forestali nell'altopiano di Pinè*. Provincia Autonoma di Trento, Servizio Foreste, Trento.
- Chirici G., 2005 – *Analisi della rete ecologica territoriale nazionale: prodromi di un approccio sfocato su base GIS*. In «Foreste, Ricerca e Cultura», Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze, pp.99-122.
- Chirici G., Corona P., 2006 – *Utilizzo di immagini satellitari ad alta risoluzione nel rilevamento delle risorse forestali*. Aracne editrice, Roma.
- Colpi C., Hellrigl B., 2008 – *Foreste, carbonio e assestamento forestale. Alcune meditazioni in tema*. Italia Forestale e Montana, (2): 73-89.
- Corona P., Marchetti M., Morgante L., Di Pietro R., 2001 –

- Cartografia sperimentale e prodromi di una tipologia dei boschi dell'Appennino Abruzzese*. Annali Accademia Italiana Scienze Forestali, 175-242.
- Corona P., 2003 – *Spatial distribution modelling of forest attributes coupling remotely sensed imagery and GIS techniques*. In «Modelling forest systems» a cura di Amaro A., Reed D., Soares P., CAB International, Wallingford, 2003, pp. 41-50.
- Costantini G., Bellotti A., Mancino G., Borghetti M., Ferrara A., 2006 – *Carta Forestale della Basilicata*. INEA, Potenza.
- Cullotta S., 2003 – *Forest and Pre-forest Types of Sicily*. - Ph.D. Thesis, Mendel University of Agriculture and Forestry, Brno, Czech Republic.
- Cullotta S., Marchetti M., 2007 – *Forest types for biodiversity assessment at regional level: the case study of Sicily* Eur. J. Forest Res., DOI 10.1007/s10342-006-0166-y.
- Del Favero R., Andrich O., De Mas G., Lasen C., Poldini L., 1990 – *La vegetazione forestale del Veneto. Prodromi di tipologia forestale*. Regione Veneto, Dipartimento Foreste, Mestre-Venezia.
- Del Favero R., De Mas G., Lasen C., 1991 – *Guida all'individuazione dei tipi forestali del Veneto*. - Regione Veneto, Dipartimento Foreste, Mestre-Venezia.
- Del Favero R., Lasen C., 1993 – *La vegetazione forestale del Veneto*. II Edizione, Progetto Editore, Padova.
- Del Favero R., Poldini L., Bortoli P. L., Dreossi G., Lasen C., Vanone G., 1998 – *La vegetazione forestale e la selvicoltura nella regione Friuli-Venezia Giulia*. Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia, Direzione Regionale delle Foreste, Udine, I e II vol.
- Del Favero R., Carraro G., Andrich O., 1998 – *Norme per la redazione dei piani di riordino forestale*. Regione Veneto, Direzione Regionale dell'Economia Montana e delle Foreste, Mestre-Venezia.
- Del Favero R., 1999 – *Le tipologie forestali per la selvicoltura*. In «Nuove frontiere nella gestione forestale» a cura di O. Ciancio, Accademia Italiana Scienze Forestali, Firenze, p. 31-42.
- Del Favero R. (a cura di), 2000 – *Direttive per i piani di gestione delle proprietà forestali nella regione Friuli-Venezia Giulia*. Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia, Direzione regionale delle foreste, Udine.
- Del Favero R., 2001 – *Progetto boschi del Parco regionale dei Colli Euganei*. - Ente Parco Colli Euganei, Este.
- Del Favero R. (a cura di), 2002 – *I tipi forestali della Lombardia*. Regione Lombardia, CIERRE ed., Sommacampagna (VR).
- Del Favero R., 2004 – *I boschi delle regioni alpine italiane*. C.L.E.U.P., Padova.
- Del Favero R., 2006 – *Carta regionale dei tipi forestali: documento base*. Regione Veneto, Dipartimento Foreste, Mestre-Venezia.
- Del Favero R., 2006 – *Quale selvicoltura?* Forest@ 3, 1-2. <http://www.sisef.it/>.
- Del Favero R., 2008 – *I boschi delle regioni meridionali e insulari d'Italia*. C.L.E.U.P., Padova.
- Farina A., 1995 – *Ecotoni - Patterns e processi ai margini*. C.L.E.U.P., Padova.
- Feoli E., Zuccarello V., 1988 – *Syntaxonomy, a source of useful fuzzy sets for environmental analysis?* Coenoses, (3): 65-70.
- Fröhlich I., 1925 – *Aus dem südosteuropäischen Urwald*. Forstw. Cbl., 47.
- Fröhlich I., 1940 – *Der Fichtenurwald an der oberen Waldgrenze in den Ostkarpaten*. Forstw. Cbl., 50.
- Gayer K., 1880 – *Der Waldbau*. Wiegandt & Hempel & Parey, Berlin.
- Giurgiu V., Donită N., Băbdiu C., Radu S., Cenușă R., Dissescu R., Stoiculescu C., Biriș I.A., 2001 – *Les forêts vierges de Roumanie*. ASBL Forêt Wallonne, Louvain-la-Neuve, Belgio.
- Greene S., 1988 – *Research Natural Areas and Protecting Old-growth Forest on Public Lands in Western Oregon and Washington*. Natural Areas Journal, (8):25-30.
- Hofmann A., 1985 – *La foresta vergine*. Italia Forestale e Montana, (6): 317-336.
- I.P.L.A., 1996 – *Sintesi degli indirizzi metodologici di pianificazione forestale e di impostazione selvicolturale in Piemonte*. In «I tipi forestali del Piemonte» - I parte, Regione Piemonte, I.P.L.A., Torino.
- I.P.L.A., 2002 – *I tipi forestali delle Marche: inventario e carta forestale della regione Marche*. Regione Marche, Assessorato Agricoltura e Foreste, Ancona.
- Jones K., Meidinger D., Clark D., Schultz F., 1999. – *Towards the Establishment of Predictive Ecosystem Mapping Standards: A White Paper. 1st Approximation*. TEM Alternatives Task Force, Resource Inventory Committee, Victoria, BC (Canada).
- Korpel Š., 1995 – *Die Urwälder der Westkarpaten*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Jena, New York.
- La Mantia T., Marchetti M., Cullotta S., Pasta S., 2000 – *Materiali conoscitivi per una classificazione dei tipi forestali e preforestali della Sicilia. I parte: metodologia ed inquadramento generale*. Italia Forestale e Montana, (5): 307-326.
- La Mantia T., Marchetti M., Cullotta S., Pasta S., 2001 – *Materiali conoscitivi per una classificazione dei tipi forestali e preforestali della Sicilia. II parte: descrizione delle categorie*. Italia Forestale e Montana, (1): 24-47.
- Leibundgut H., 1959 – *Über Zweck und Methodik der Struktur- und Zuwachsanalyse von Urwäldern*. Schweiz. Zeitschr. f. Forstwesen, (110): 3.
- Leibundgut H., 1982 – *Europäische Urwälder der Bergstufe*. Verlag Paul Haupt, Berna e Stoccarda.
- Mayer H., 1976 – *Gebirgswaldbau*. - Fischer, Stuttgart.
- Mayer H., 1978 – *Über die Bedeutung der Urwaldforschung für den Gebirgswaldbau*. - All. Forstzeitschr., 691-693.
- Meidinger D., Enns B., Banner A., Jones C., Reed E S., 2000. – *EcoGen: A Model for Predictive Ecosystem Mapping*. EcoNote.
- Mercurio R., Spampinato G., 2006 – *I tipi forestali delle Serre calabresi*. Laruffa Editore, Reggio Calabria.
- Mercurio R., Bagnato S., Scarfò F., Spampinato G., 2007 – *I tipi forestali del versante occidentale del Parco Nazionale del Pollino*. Laruffa Editore, Reggio Calabria.
- Mondino G. P., Salandin R., Terzuolo P. G., Gribaudo L., 1996 – *Tipi forestali dei boschi piemontesi*. In «I tipi forestali del Piemonte» - II parte, Regione Piemonte, I.P.L.A., Torino.
- Mondino G. P., Bernetti G., 1998 – *I tipi forestali. Boschi e macchie di Toscana*. - Edizioni Regione Toscana, Firenze.
- Morrison P.H., 1988 – *Old growth in the Pacific Northwest: A Status Report*. - The Wilderness Society, Washington, DC.

- Motta R., Maunaga Z., Berretti R., Castagneri D., Lingua E., Meloni F., 2008. – *La riserva forestale di Lom (Repubblica di Bosnia Erzegovina): descrizione, caratteristiche, struttura di un popolamento vetusto e confronto con popolamenti stramaturi delle Alpi italiane*. Forest@ 5: 100-111. <http://www.sisef.it/forest@/>.
- Norse E.A., 1990 – *Ancient Forests of the Pacific Northwest*. Island Press, Washington, DC.
- Odasso M., 2002 – *I tipi forestali del Trentino. Catalogo, guida al riconoscimento, localizzazione e caratteristiche ecologico-vegetazionali*. Centro di Ecologia Alpina, report 25, Trento.
- Oldeman R.A.A., 1990 – *Forests: Elements of Silvology*. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
- Oldeman R.A.A., 1994 – *Sur les écosystèmes forestiers: quatre principes sylvologiques*. Italia Forestale e Montana, (1): 1-16.
- Pignatti S., 1998 – *I boschi d'Italia*. U.T.E.T., Torino.
- Piovesan G., Bernabei M., Di Filippo A., Romagnoli M., Schirone B., 2003 – *A long-term tree ring beech chronology from high-elevation old growth forest of Central Italy*. Dendrocronologia, (1): 13-22.
- Regione Lombardia, 2004 – *Piani di Indirizzo Forestale: criteri e procedure per la loro redazione e approvazione*. http://www.agricoltura.regione.lombardia.it/sito/tmp1_action.asp?DocumentoId=877&SezioneId=2500000000&action=Documento.
- Regione Piemonte, 2005 – *Carta Forestale*. <http://gis.csi.it/repertorio/mtd/SchC.asp?Sezione=par&IdC=488&Idu=&Indice=All>.
- Roberts D. W., 1986. – *Ordination on the basis of fuzzy set theory*. Vegetatio, (66):123-131.
- Rubner K., 1934 – *Die pflanzengeographisch-ökologischen Grundlagen des Walbaus*. - Neumann, Neudamm.
- Solari V., Del Favero R., Bortoli P.L., Bolzon P., Giuriceo A., D'orlando M.C., 2000 – *Progetti di riqualificazione forestale e ambientale e piani integrati particolareggiati Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia*, Direzione regionale delle foreste, Udine.
- Susmel L., Viola F., Bassato G., 1976 – *Ecologia della lecceta del Supramonte di Orgosolo*. Annali Centro Economia Montana delle Venezie, 1-264.
- Susmel L., 1981 – *La normalizzazione delle foreste alpine*. Liviana Ed., Padova.
- Terzuolo, P.G., Camerano, P., Varese, P., Mensino, F., Grieco, C., 2006 – *I tipi forestali della Liguria*. Regione Liguria, Genova.
- Thomas J.W., Raphael M.G., Anthony R.G., Forsman E.D., Gunderson A.G., Holthausen R.S., Marcot B.G., Reeves G.H., Sedell J.R., Solis D.M., 1993 – *Viability Assessments and Management Considerations for Species Associated with Late-Successional and Old-Growth Forest of the Pacific Northwest*. Report of USDA Forest Service Scientific Analysis Team to U.S. District Court Judge William L. Dwyer. USDA Forest Service Research, Washington, DC.
- Zimmerman H., 1996 – *Fuzzy set theory and its applications*. 3rd edition. Kluwer, Dordrecht.

PROSPETTIVE PER GLI STUDI SULLA VARIABILITÀ GENETICA IN SPECIE FORESTALI

(*) Dipartimento di Scienze Ambientali, Università di Parma

Recenti sviluppi della ricerca aprono importanti prospettive per gli studi della biodiversità entro specie (variabilità genetica). Un esempio è la cosiddetta “genomica ecologica”. La variabilità genetica entro specie può avere conseguenze a livello della comunità e dell’ecosistema. Si parla di “fenotipo esteso”, cioè una espressione dei geni al di sopra dell’individuo e della popolazione dimostrata dall’effetto del gene a livello della comunità e dei processi ecosistemici. Il profilo genetico di una specie ospite altera, per esempio, la struttura della comunità degli insetti erbivori che su di esso vive e dai detritivori: fatto che a sua volta influisce sulla decomposizione della lettiera e della mineralizzazione di N.

Dobbiamo ricordare anche che la variabilità genetica entro specie, misurata dai cosiddetti marcatori neutrali, spesso non è correlata alla variabilità dei tratti quantitativi. Per esempio, per la fenologia, in test per popolazioni provenienti da un gradiente latitudinale, si è trovata una forte differenziazione nei tratti quantitativi mentre si è trovata una diversità un ordine di grandezza più piccola per la variabilità misurata con marcatori molecolari neutrali. Il quadro non cambiava se si aggiungeva un vasto numero di marcatori ricavati, in altre specie, in sequenze di geni trovati legati alla fenologia (candidate genes). Ulteriori indagini molecolari hanno rivelato la elevata specificità dei marcatori SNPS.

Questi orizzonti si affiancano ad usi ormai classici della variabilità entro specie quali gli studi di Paternità - Flusso genico, stima del successo riproduttivo individuale (misura della fitness), misura indiretta del Flusso genico, stima della struttura spaziale della variabilità genetica (autocorrelazione spaziale ecc.).

Parole chiave: genomica ecologica, struttura della comunità, processi ecosistemici.

Key words: ecological genomics, community structure, ecosystem processes.

GENOMICA ECOLOGICA

Il valore della biodiversità è, fortunatamente, ormai un fatto acquisito. Spesso la ricchezza in specie è considerata sinonimo di biodiversità, e sono trascurati gli altri due livelli a cui è internazionalmente valutata la biodiversità: entro specie (variabilità genetica), entro paesaggio (variabilità tra ecosistemi). Recenti sviluppi della ricerca illustrano bene l’importanza della biodiversità entro specie (variabilità genetica).

Ne sono uno esempio i numerosi contributi della cosiddetta “genomica ecologica” apparsi negli ultimi mesi, sulle più importanti riviste scientifiche internazionali, che aprono stimolanti prospettive per gli studi sulla variabilità genetica entro specie forestali. E’ stato mostrato come la variabilità genetica entro specie, specialmente nel caso di una specie di produttori primari dominante come spesso sono gli alberi forestali, ha conseguenze a livello della comunità e dell’ecosistema. Questo tipo di studi è possibile grazie alla disponibilità sempre più generalizzata di sequenze genomiche di queste piante dominanti che ci consente di studiare, a livello molecolare, i fattori che influenzano la composizione della comunità ed il funzionamento dei processi ecosistemici (Whitham *et al.*, 2008). Si realizza così un cosiddetto fenotipo esteso, cioè una espressione dei geni al di sopra dell’individuo e della popolazione, dimostrata dall’effetto del gene a livello della comunità e dei processi ecosistemici.

Il meccanismo che da ragione di questo legame tra variazione genetica entro specie e struttura della comunità si comprende se consideriamo un esempio. Il profilo genetico di una specie può alterare la struttura della comunità degli

insetti erbivori e detritivori che a sua volta influisce sulla decomposizione della lettiera e sulla mineralizzazione di N. Questo vuol dire che c’è una base genetica della struttura della comunità che si basa sulle conseguenze per la fitness delle specie che la compongono del profilo genetico della specie ospite. La stima dell’entità della base genetica è del tutto analoga concettualmente a quella dell’ereditabilità usata nel miglioramento genetico di una specie per i suoi tratti quantitativi. Il miglioramento è possibile se vi è una base genetica del tratto da migliorare. La genetica quantitativa classica ha messo a punto indici per valutare l’ereditabilità che viene calcolata come la proporzione della variazione fenotipica attribuibile alla variazione genetica. In termini classici si dice che un tratto è ereditabile se la somiglianza tra valori dei tratti varia al variare della somiglianza genetica. Nel caso del miglioramento genetico classico si usa la parentela, per il fenotipo esteso si usa la similarità genetica misurata dalla similarità dei marcatori. Gli indici sono stati estesi al caso di fenotipi estesi che legano variabilità genetica entro specie alla struttura della comunità. Usando comunità di artropodi naturali che vivono su specie di pioppo (Cottonwood) Shuster *et al.* (2006) hanno calcolato la somiglianza (covarianza fenotipica) delle comunità di artropodi che vivono su alberi di diversa similarità genetica, invece della classica covarianza fenotipica in tratti quantitativi di organismi imparentati della genetica quantitativa, usando tecniche multivariate per l’ordinamento delle comunità. A livello della comunità si ha ereditabilità se la somiglianza tra comunità (composizione in specie e loro abbondanza relativa) varia al variare della somiglianza genetica delle piante su cui le comunità vivono. Ampia evi-

denza esiste sulla relazione tra profilo genetico delle piante ospite e fitness degli artropodi che su di esse vivono. Usando una ottantina di piante appartenenti a una ventina di cloni diversi fatte crescere nello stesso ambiente è stato organizzato un esperimento che permette la stima della ereditabilità della comunità. I risultati sono quindi stati usati in un modello che ha permesso di valutare che le stime empiriche delle ereditabilità possono in effetti essere generate da variazione in tratti ereditabili negli alberi ospite e quindi confermare gli effetti della variazione genetica a livello dell'ospite sulla struttura della comunità di artropodi.

Questo tipo di studi da una prospettiva nuova alle indagini tese all'individuazione dei tratti genetici legati a singoli tratti (QTL) che possono alterare la fruibilità della pianta ospite (per esempio Freeman *et al.*, 2008). E' però interessante vedere come a questi studi, che potremmo definire classici, sull'importanza del ruolo di difesa dei prodotti secondari del metabolismo venga sempre più ad affiancarsi la consapevolezza del loro ruolo al di sopra della semplice interazione preda-erbivoro nella strutturazione delle comunità (di organismi terrestri (Bailey *et al.*, 2004), endofitici (Bailey *et al.*, 2005) e acquatici (Le Roy *et al.*, 2006) per estendersi poi anche a meccanismi ecosistemici (mineralizzazione dell'Azoto nel suolo (Schweitzer *et al.*, 2004) e decomposizione del detrito in ambienti acquatici (Le Roy *et al.*, 2006).

E' stata proposta una logica sequenza gerarchica di eventi che può essere vista come una *road map* per lo sviluppo della ricerca sulla variabilità genetica entro popolazione in direzione della genomica ecologica (Whitham *et al.*, 2008): a) individuazione di regioni genomiche che controllano i classici fenotipi attraverso la ricerca dei QTL e/o studi di associazione; b) individuazione di *candidate genes* e loro inserimento in mappe genetiche; c) loro validazione come determinanti dell'espressione del tratto e analisi funzionale d) dimostrazione che i geni che controllano i classici fenotipi possono essere associati a fenotipi estesi a livello di comunità e di funzioni esosistemiche.

MARCATORI GENETICI E VARIABILITÀ ADATTATIVA

Dobbiamo ricordare che la variabilità genetica entro specie, misurata dai cosiddetti marcatori neutrali, spesso non è correlata alla variabilità dei tratti quantitativi.

Vi sono almeno due tipi di evidenza per questo fenomeno.

Vi sono specie di successo evolutivo che hanno variabilità genetica assai ridotta o addirittura nulla. Molto noto è il caso del ghepardo, l'animale più veloce del mondo, che ha grandissima omogeneità genetica. Ma sono numerosi anche casi analoghi nelle piante forestali in cui il successo evolutivo è rappresentato da areali biogeografici molto estesi accompagnati da bassissima differenziazione genetica in termini di marcatori molecolari (Vendramin *et al.*, 2007).

Vi sono poi studi specifici che hanno messo a confronto i due tipi di variabilità. Per esempio, per la fenologia, in test per popolazioni provenienti da un gradiente latitudinale di 10 gradi, si è trovata una forte differenziazione nei tratti quantitativi, mentre si è trovata una diversità un ordine di grandezza più piccola quando la variabilità veniva misurata con un mix di marcatori molecolari neutrali. Il quadro non cambiava se si aggiungeva un vasto numero di marcatori ricavati, in altre specie, dalla variabilità puntiforme (SNP) in sequenze di geni trovati legati alla fenologia (*candidate*

genes) (Hall *et al.*, 2007). Ulteriori indagini molecolari hanno rivelato la elevata specificità dei marcatori SNP (Ingvarsson *et al.*, 2008).

Questo ultimo studio sembra offrire una possibilità di ricomporre la apparente mancanza di relazione tra i due tipi di variabilità. In uno studio che si è concentrato su una regione genomica relativamente limitata, sono stati usati numerosi marcatori che individuano la variazione a livello della singola base di DNA (Single Nucleotide Polymorphism – SNP). Solo due (su oltre 40) di questi marcatori si sono rilevati potenzialmente associabili al tratto fenologico considerato (*bud burst*). Almeno in questo caso, il controllo genetico è esercitato da una porzione assai ristretta del genoma che difficilmente può essere individuata da un campionamento casuale del genoma stesso che di solito viene attuato da marcatori genetici non specifici.

VALIDITÀ DEGLI STUDI CLASSICI SULLA VARIABILITÀ GENETICA IN PIANTE FORESTALI

Questi nuovi orizzonti si affiancano ad usi ormai classici della variabilità entro specie quali gli studi di paternità - flusso genico, stima del successo riproduttivo individuale (misura della fitness), misura indiretta del flusso genico, stima della struttura spaziale della variabilità genetica (autocorrelazione spaziale), misura del cambiamento nel tempo dei parametri genetici (per esempio, indice di fissazione), ecc.

Questi obiettivi sono di particolare interesse dal momento che possono essere perseguiti usando i marcatori genetici come tratti neutrali del genoma da utilizzare semplicemente come tracce da cui ricostruire processi ecologici ed evolutivi. Altra caratteristica comune di questi studi è che l'analisi si basa su dati individuali da singole piante. Questo consente di cercare di raggiungere più di un obiettivo di ricerca a partire dalla stessa base di dati.

Come esempio possiamo usare un'indagine che è stata condotta nel nostro gruppo di ricerca nella foresta di Paneveggio, nelle Dolomiti trentine. La base di dati è costituita da un migliaio di individui di Abete rosso su cui sono stati determinati cinque marcatori microsatellite. Gli alberi provengono da quattro diverse aree di campionamento, tre nella foresta a diverse quote ed una alla *treeline*.

In quest'ultima area è stata studiata la ricolonizzazione che si è verificata negli ultimi 50 anni, in parte per l'abbandono del pascolo ed in parte per l'innalzamento delle temperature avutosi nel periodo. Considerando le severe condizioni ambientali della *treeline*, si ha una opportunità interessante per valutare l'importanza delle forze evolutive che condizionano la migrazione (selezione e flusso genico). E' stata usata l'analisi di parentela che consente di valutare il flusso dei semi e del polline e il successo riproduttivo.

Dal momento che erano presenti alla *treeline* una ventina di alberi che producevano semi, la valutazione dell'entità del flusso genico non attribuibile agli adulti locali poteva essere interpretata come il risultato del bilancio tra la pressione selettiva in favore degli adattamenti locali e il flusso genico proveniente dalla vasta foresta sottostante. Solo per una piccola parte (11%) degli oltre 300 semenzali testati si è potuta trovare una coppia di adulti locali che potessero essere considerati genitori. Si può concludere che il flusso genico prevale sul potenziale vantaggio adattativo alle condizioni locali.

PERSPECTIVES FOR GENETIC VARIABILITY
RESEARCH IN FOREST TREE SPECIES

Nelle quattro aree di campionamento è stata effettuata l'analisi della strutturazione spaziale della variabilità genetica mediante il calcolo dei coefficienti di autocorrelazione. Si è così in grado di preparare un grafico in cui la similarità genetica tra piante, poste a distanze crescenti le une dalle altre, viene vista in funzione della distanza tra le stesse piante. Si evidenzia una quasi totale mancanza di strutturazione spaziale come suggerito dal fatto che quasi nessun valore dei coefficienti di autocorrelazione sia al di fuori dell'intervallo di significatività costruito mediante la tecnica del *boot strapping*. La distribuzione spazialmente casuale degli alleli tra gli individui campionati è un interessante punto di partenza per ulteriori indagini.

Se si fosse trovata significatività, il risultato avrebbe potuto avere implicazioni pratiche: parcelle spazialmente geneticamente omogenee all'interno della foresta potrebbero essere la base per la definizione oggettiva di parcelle da sottoporre alla stessa gestione.

Le aree di campionamento a quota inferiore sono state scelte perché su di esse erano già stati effettuati altri studi. Di particolare interesse per noi era la disponibilità dei dati sulle età delle singole piante ottenute contando gli anelli di accrescimento (Motta *et al.*, 1999). Questo ci consentiva di raggruppare gli alberi, da noi studiati dal punto di vista genetico, per classi di età e quindi di calcolare le statistiche per questi gruppi.

Interessante, tra gli altri, è l'andamento della statistica Fis che misura il livello di inincrocio che cala dal tempo della nascita delle piante più vecchie (nate all'inizio del 1800) fino metà del 1800 per poi risalire nella seconda parte del secolo.

L'inincrocio è una misura della similarità entro gruppo ed è probabilmente dovuto alla presenza di individui che appartengono a gruppi famigliari. I semi tendono a ricadere in vicinanza della piante madri e quindi tipicamente dopo una azione di diradamento (naturale per *self thinning* o artificiale per interventi silvocolturali) ci sono le condizioni per lo stabilirsi di gruppi famigliari. I dati relativi all'accrescimento annuale confermano che intorno alla metà del 1800 vi è stato un netto aumento degli incrementi annuali, fenomeno che pure avviene in seguito alla diminuita competizione per la luce dovuta al diradamento.

CONCLUSIONI

La ricerca sulla variabilità genetica nelle piante forestali ha raggiunto importanti risultati che aprono stimolanti future prospettive.

La disponibilità di classi di marcatori che, grazie ai costi sempre più ragionevoli ipotizzabili per il futuro, saranno sempre più facilmente accessibili, rende concreta la possibilità che si getti luce sulla relazione tra variabilità genetica entro specie, struttura delle comunità e funzioni ecosistemiche, giungendo a colmare la discrepanza tra la variabilità misurata da marcatori neutri e quella dei tratti quantitativi.

Così come è ragionevole aspettarsi una rivitalizzazione delle utilizzazioni classiche delle conoscenze della variabilità genetica. Studi basati su marcatori numerosi e a basso costo possono aprire interessanti prospettive gestionali quali la definizione in termini evolutivisti delle parcelle delle foreste.

Recent research offers stimulating perspectives for the study of genetic variation within forest tree species. A good example is Ecological Genomics based on the so called "extended phenotype", i.e. the expression of genes above the individual and the population level, at the community and at the ecosystem process level. For instance, the genetic profile of a host species alters the structure of the herbivore and detritivore community. The latter in turn affects litter decomposition dynamics and Nitrogen mineralization.

It is important to be aware of the often low correlation between variation measured by neutral genetic markers and that measured by quantitative traits (usually considered adaptive). For example in a large study of variation of phenology among poplar populations from a 10 degree latitudinal range, a large differentiation in quantitative traits was found among populations while neutral genetic markers showed a variation one order of magnitude smaller. Variability remained low even when SNP markers (Single Nucleotide Polymorphism) found associated with phenology in other species were used. A more refined selection of SNPs later found polymorphism associated with phenological traits in the same species.

These new perspectives enrich the classical uses of within species variability to investigate important ecological processes (paternity assessment, migration-gene flow, individual reproductive success estimates (fitness), inference from spatial variability of genetic diversity, etc.).

BIBLIOGRAFIA

- Bailey J.K., Schweitzer J.A., Rehill B.J., Lindroth R.L., Martinsen G.D., Whitham T.G., 2004 – *Beavers as molecular geneticists: a genetic basis to the foraging of an ecosystem engineer*. Ecology, 85: 603-608.
- Bailey J.K., Deckert R., Schweitzer J.A., Rehill B.J., Lindroth R.L., Gehring C., Whitham T.G., 2005 – *Host plant genetics affect hidden ecological players: links among Populus, condensed tannins, and fungal endophyte infection*. Canadian Journal of Botany, 83: 356-361.
- Bailey, B.A., H. Bae, M.D. Strem, D.P. Roberts, S.E. Thomas, J. Crozier, G.J. Samuels, I. Choi, Holmes K.A., 2006 – *Fungal and plant gene expression during the colonization of cacao seedlings by endophytic isolates of four Trichoderma species*. Planta, 224: 1449-1464.
- Freeman J.S., O'Reilly-Wapstra J.M., Vaillancourt R.E., Wiggins N., Potts B.M., 2008 – *Quantitative trait loci for key defensive compounds affecting herbivory of eucalypts in Australia*. New Phytologist, 178 (4): 846-851.
- Gonzalez-Martinez, S.C., Krutovsky K.V., Neale D.B., 2006 – *Forest-tree population genomics and adaptive evolution*. New Phytol, 170: 227-238.
- Hall D., Luquez V., Garcia M.V., Onge K.R.St., Jansson S., Ingvarsson P.K., 2007 – *Adaptive population differentiation in phenology across a latitudinal gradient*

- in European aspen (Populus tremula, L.): a comparison of neutral markers, candidate genes and phenotypic traits.* Evolution, 61: 2849-2860.
- LeRoy, C.J., Whitham, T.G., Wooley, S.C., Marks, J.C., 2007 – *Within-species variation in foliar chemistry influences leaf-litter decomposition in a Utah river.* Journal of the North American Benthological Society, 26: 426-438.
- Ingvarsson Pär K., Garcia M.V., Luquez V., Hall D., Jansson S., 2008 – *Nucleotide Polymorphism and Phenotypic Associations Within and Around the phytochrome B2 Locus in European Aspen (Populus tremula, Salicaceae).* Genetics, 178: 2217-2226.
- Motta R., Nola P., Piussi P., 1999 – *Structure and stand development in three subalpine Norway spruce (Picea abies (L.) Karst.) stands in Paneveggio (Trento, Italy).* Global Ecology and Biogeography, 8: 455-471.
- Schweitzer J.A., Bailey J.K., Fischer D.G., Leroy C.J., Lonsdorf E.V., Whitham T.G., Hart S.C., 2008 – *Plant-Soil-Microorganism Interactions: Heritable Relationship Between Plant Genotype And Associated Soil Microorganisms.* Ecology, 89(3): 773-781.
- Shuster S.M., Lonsdorf E.V., Wimp G.M., Bailey J.K., Whitham T.G., 2006 – *Community Heritability Measures The Evolutionary Consequences Of Indirect Genetic Effects On Community Structure.* Evolution, 60(5): 991-1003.
- Whitham T.G., DiFazio S.P., Schweitzer J.A., Shuster S.M., Allan G.J., Bailey J.K., Woolbright S.A., 2008 – *Extending Genomics to Natural Communities and Ecosystems.* Science, 320 (5875): 492-495.
- Vendramin G.G., Fady B., Gonzalez-Martínez S.C., Hu F.S., Scotti I., Sebastiani F., Soto A., Petit R.J., 2007 – *Accounting For The Success Of A Genetically Depauperate But Widespread Tree.* Evolution, 62 (3): 680-688.

DIRETTIVA HABITAT E CONSERVAZIONE DELLA BIODIVERSITÀ FORESTALE

(*) Dipartimento SAPROV, Facoltà di Agraria, Università Politecnica delle Marche, Ancona

Viene presentata l'importanza che la direttiva habitat ha nel riconoscimento, monitoraggio e gestione della biodiversità forestale. In Italia sono stati riconosciuti 2284 SIC, per una superficie di 45.356 km², dei quali gli habitat forestali ricoprono oltre il 25%. Si tratta di una superficie talmente rilevante da costituire un momento importante per orientare la selvicoltura verso la salvaguardia della biodiversità, secondo i concetti espressi dalla selvicoltura sistemica. Viene inoltre descritto il metodo utilizzato per l'individuazione e l'integrazione degli habitat secondo metodologie di tipo fitosociologico e sinfitosociologico. Si auspica quindi la necessità di realizzare ulteriori analisi in modo da identificare le metodologie necessarie per la realizzazione dei Piani di Gestione dei SIC da effettuare in équipe costituite da botanici e selvicoltori.

Parole chiave: biodiversità forestale, direttiva Habitat, fitosociologia, selvicoltura sistemica.

Key words: forest biodiversity, Habitat directive, phytosociology, systemic forestry.

Mots clés: biodiversité forestière, directive Habitat, phytosociologie, sylviculture systémique.

1. LA DIRETTIVA HABITAT

La Direttiva Habitat (92/43/CEE del 21 maggio 1992) ha di fatto segnato una decisiva svolta nelle prospettive di gestione della biodiversità dei territori dell'Unione Europea, in quanto come soggetti della conservazione non individua solamente le specie animali e vegetali (allegato 2) ma anche gli habitat corrispondenti agli ecosistemi (allegato 1), consentendo di dare senso compiuto alla salvaguardia delle specie e avviare, per la prima volta, la gestione conservativa degli ecosistemi e quindi dei paesaggi. Si tratta di una fase nuova, importantissima, di notevole complessità scientifica e tecnica, che dovrà coinvolgere specialisti diversi che si occupano da un lato di ambiente e biodiversità e, dall'altro, di produzioni agricole e forestali. E' in base a questa logica che si ritiene debbano essere definiti i piani di gestione di SIC e ZPS voluti dalla Direttiva Habitat. Si tratta di una grande opportunità per definire scelte sistemiche, superando in parte il riduzionismo scientifico nel quale siamo tutti cresciuti, ed avviando concretamente la gestione sostenibile del nostro territorio. Si potranno così definire orizzonti culturali e professionali diversi in tutti i paesi dell'U.E. che hanno partecipato attivamente all'applicazione della Direttiva proponendo 14.901 SIC, per una superficie complessiva di 436.756 km², corrispondente al 13,7 % del territorio degli stati membri. In Italia le aree SIC coprono una superficie di 45.356 km² della quale le foreste rappresentano il 25% con una superficie di 11.395 km² (Fig. 1), costituendo la macrocategoria di habitat maggiormente rappresentata.

In Italia la Rete Natura 2000 comprende: 2284 SIC e 594 ZPS, che rappresentano rispettivamente il 14,5% e il 15,0% della superficie del territorio nazionale (dati reperiti dal sito del Ministero nell'agosto del 2008). Scorporando le superfici di sovrapposizione tra le due tipologie di aree, la copertura del territorio nazionale interessata dalla Rete è di circa il 20,6 %. Si tratta di una superficie notevole che deve farci riflettere sull'importanza che l'applicazione della direttiva ha assunto. Purtroppo nel nostro paese tale realtà viene ancora sottovalutata, disconosciuta, troppo spesso ignorata o male interpretata. In risposta a tali condizioni la

Società Botanica Italiana (Blasi *et al.*, 2005) e la Società Italiana di Scienza della Vegetazione (Biondi, 2006) sono fortemente impegnate per chiarire molti aspetti scientifici necessari per una corretta applicazione della Direttiva e per favorire il confronto con le altre società scientifiche su queste problematiche. In particolare è nella fase di realizzazione dei Piani di Gestione che tali collaborazioni potranno dare il maggior profitto in modo da evitare che tutta la materia venga declassata nella sua importanza a causa di una eccessiva semplificazione metodologica. Nella realizzazione dei Piani di Gestione le analisi delle condizioni ecologiche che caratterizzano i singoli habitat e le relazioni tra questi all'interno delle aree appartenenti alla Rete Natura 2000, sono conoscenze basilari, indispensabili, per la definizione dei modelli dinamici sui quali orientare la gestione attiva e quindi la conservazione delle specie, in base a quanto indicato dalla normativa.

Nella gestione dei nostri boschi dobbiamo ricorrere alle concezioni della "selvicoltura sistemica" (Ciancio, 2002 e 2005) in base alla quale la gestione forestale ha lo scopo di assicurare la perpetuità del bosco, di garantirne la funzionalità biologica e quindi la biodiversità e definirne l'uso.

1.1 Analisi e monitoraggio: dalla specie al paesaggio

Le ricerche fitosociologiche effettuate per lo studio della vegetazione del nostro paese hanno permesso di individuare le principali serie di vegetazione e di conoscere le loro superfici potenziali. E' stato realizzato un passo notevole verso la comprensione dell'eco-mosaico, costituente il puzzle paesaggistico. Si deve inoltre precisare che quando ci si riferisce alla vegetazione potenziale non si intende parlare di quella climax, termine scientifico del quale non conosciamo con precisione il significato in quanto coinvolge il riferimento a periodi storici imprecisati della vegetazione, risultando pertanto vago. E' quindi necessario far riferimento al concetto di "vegetazione potenziale attuale", in base al quale si ottiene una visione reale della dinamica vegetazionale del territorio.

Il sistema di analisi integrate proposto, si fonda sul concetto che la vegetazione, in quanto componente fondamentale del paesaggio, entra a far parte degli ecosistemi dei

quali costituisce un importante aspetto strutturale e funzionale. È quindi un bioindicatore in quanto evidenzia i principali fattori ecologici che consentono lo sviluppo delle diverse tipologie vegetazionali. Per tale motivo è stato coniato, attraverso una visione organicistica delle comunità vegetali (associazioni), il termine di valenza ecologica di associazione la cui validità è stata statisticamente dimostrata mediante l'integrazione di dati sperimentali derivanti da analisi quantitative (Biondi & Calandra, 1998; Zuccarello *et al.*, 1999; Biondi *et al.*, 2004). Le analisi fitosociologiche e geosinfitosociologiche, attraverso lo studio delle successioni seriali e delle unità di paesaggio vegetale, qualora opportunamente integrate con altre metodologie, come quelle GIS, permettono inoltre di proporre soluzioni gestionali per la conservazione della biodiversità di specie e di ambienti e di progettare la connessione tra siti a diverso grado di naturalità per migliorare la qualità diffusa nel territorio.

L'Italia è sicuramente nell'U.E tra le nazioni che presentano la maggiore biodiversità contribuendo pertanto in modo elevato a caratterizzare l'importanza dell'*hotspot of biodiversity* del "Bacino del Mediterraneo". Presenta infatti un'elevata varietà di condizioni bioclimatiche, litologiche e geomorfologiche a cui corrisponde una ricca flora, valutata nella più recente rassegna condotta sulla flora d'Italia (Conti *et al.* 2005) in 6711 entità di piante vascolari, ripartite in 196 famiglie e 1.267 generi (Abbate *et al.*, 2005). Il processo di classificazione ecologica territoriale ha portato a descrivere e cartografare l'elevata eterogeneità paesaggistica e vegetazionale italiana. Tale processo si è posto l'obiettivo di: definire un protocollo metodologico valido anche a scale di maggior dettaglio, aggiornare e integrare le diverse banche dati territoriali di livello nazionale, definire modelli applicativi in termini di strategie di conservazione e di orientamento sostenibile della pianificazione. I punti nodali della metodologia proposta sono un approccio gerarchico deduttivo di identificazione di unità territoriali omogenee tramite l'integrazione di attributi diagnostici bioclimatici, litologici e morfologici, unità qualificate mediante l'integrazione delle conoscenze sinfitosociologiche (Blasi, 1997; Ricotta *et al.*, 2002; Carranza *et al.*, 2003). Per rendere possibile un'analisi scientifica integrata dei diversi tematismi territoriali si è realizzato un complesso lavoro di implementazione e aggiornamento delle banche dati a scala nazionale relativamente a clima e bioclima (Blasi & Michetti, 2005), litologia e morfologia (Blasi *et al.*, 2007) e potenzialità vegetazionali (Blasi *et al.*, 2004). Gli elaborati prodotti, relativi alla definizione e cartografia dei paesaggi italiani e della loro relazione con le potenzialità vegetazionali, rappresentano quindi uno strumento indispensabile per le strategie di conservazione a livello nazionale.

Per descrivere le analisi a livello regionale, condotte ad una scala di dettaglio, vengono brevemente presentati gli studi eseguiti nelle Marche per l'applicazione della Direttiva Habitat, realizzati all'interno del progetto di Rete Ecologica Marchigiana (REM) (D.G.R. n. 1697, del 2.10.03). Questo è di fatto il progetto generale delle Marche per conservare la Biodiversità del proprio territorio, in applicazione di norme nazionali e internazionali e di precedenti iniziative legislative di livello regionale, in base alle quali sono state definite le aree floristiche protette, i parchi e le riserve naturali regionali. Con l'avvio della REM si è voluto conseguire i seguenti risultati: aggiornare il quadro cono-

scitivo sui sistemi biologici ed ecologici dei territori SIC e ZPS della regione; integrare i dati conoscitivi in funzione ecologica in modo da passare dalle analisi delle specie a quelle delle comunità e dei paesaggi; mettere a punto un valido sistema di monitoraggio dei territori di SIC e ZPS; definire un Sistema Informativo Territoriale (SIT) settoriale per la vegetazione e la fauna, in cui far convergere le informazioni di tipo ambientale territoriale (floristico, vegetazionale, faunistico e paesaggistico); aggiornare le schede del formulario Natura 2000 realizzato per conto del Ministero dell'Ambiente nella fase di avvio del progetto Natura 2000; definire strategie di salvaguardia di specie e di habitat; integrare i risultati di tali indagini nelle analisi paesaggistiche di tipo territoriale per la definizione del quadro di riferimento della Rete Ecologica Regionale.

Integrando i dati analitici ottenuti nello studio della biodiversità vegetazionale in base alle metodologie di indagini fitosociologiche (Rivas-Martinez, 2005), con le superfici fotorestituite ottenute su supporto informatico a partire dalle ortofoto digitali, in ambiente GIS, è stato possibile interpretare e quantificare le dinamiche seriali e paesaggistiche, che sono state rappresentate cartograficamente. Dall'interrogazione del Sistema Informativo Vegetazionale delle Marche costituito da un *Geodatabase* appositamente progettato ed implementato secondo il modello di *database* relazionale nell'ambito del progetto R.E.M. (Pesaresi *et al.*, 2007), è possibile effettuare numerose elaborazioni e correlazioni tra i dati. Tra queste sono state ricavate per ogni SIC e ZPS, i seguenti prodotti cartografici: Carta della vegetazione (fitosociologica) - scala 1:10000; Carta del paesaggio vegetale (geosinfitosociologica) - scala 1:10000; Carta degli Habitat - scala 1:10000. La relazione che accompagna ogni SIC o ZPS presenta inoltre le tipologie vegetazionali, organizzate per aspetti fisionomico-strutturali, e ne indica i rapporti sindinamici. In base a queste logiche sono state realizzate le legende delle cartografie relative alla vegetazione e al paesaggio vegetale mentre le carte degli habitat fanno esplicito riferimento alle tipologie di habitat, indicate nella Direttiva habitat. Le cartografie ottenute con l'interazione del Sistema Informativo Vegetazionale delle Marche permettono il monitoraggio delle comunità vegetali e consentono di rilevare le variazioni che si determinano nei siti, attraverso ulteriori indagini. Di queste vengono inoltre evidenziati gli aspetti sindinamici e fornite le indicazioni gestionali necessarie per la specifica conservazione dei singoli habitat (vedi sito della Regione Marche: <http://webgis.regione.marche.it/NATURA2000/VIEWER.HTM>). Nell'applicazione della Direttiva Habitat il processo logico integrativo dei dati ecologici proposto (Fig. 2) indirizza le successive analisi territoriali di tipo urbanistico ed economico indispensabili per la definizione dei piani di gestione di SIC e ZPS nonché per la definizione dei collegamenti biologici tra tali zone, secondo concezioni integranti aspetti ambientali diversi quali quelli bioclimatici ed edafici, per costruire connessioni di reale valore ecosistemico. La Regione Marche seguendo tale ottica, nell'ambito dello stesso progetto REM, con il contributo delle Università che avevano partecipato alla prima fase del progetto, ha realizzato la Carta della Vegetazione e la Carta del Paesaggio Vegetale, di tutto il territorio regionale (scala 1:50.000) da utilizzare come base portante per progettare la Rete Ecologica Marchigiana (Catorci *et al.*, 2007) e quale

fondamentale ruolo di conoscenza applicabile a numerose attività di pianificazione e valutazione territoriale.

1.2 Gli habitat forestali riconosciuti per l'Italia

Gli habitat forestali presenti nei SIC italiani attualmente, come già detto, ricoprono una superficie di 11.395 km² suddivisa nelle categorie tipologiche che in base all'ultima versione del Manuale Europeo degli habitat della Direttiva, EUR 27, (*European Commission DG Environment Nature and Biodiversity*, 2007) vengono riuniti in 5 principali gruppi (Tab. 1): Foreste dell'Europa temperata (2577 km²); Foreste Mediterranee di caducifoglie (4266 km²); Foreste di sclerofille mediterranee (2462 km²); Foreste delle montagne temperate (1546 km²); Foreste di conifere delle montagne mediterranee e macaronesiche (544 km²).

Tali valori non sono ancora da ritenere soddisfacenti per quanto riguarda la loro precisione in quanto non sempre l'interpretazione sull'attribuzione ad uno specifico habitat è univoca in quanto il citato manuale si presta ad interpretazioni non sempre oggettive. A tal fine il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, ha affidato alla Società Botanica Italiana, il compito di realizzare un manuale che spieghi in termini più precisi quale sia il significato dei diversi habitat in Italia: come vanno interpretati e possono essere riconosciuti. Tale elaborazione, ancora in corso, permetterà, una volta ultimata, di definire con maggiore precisione l'attribuzione dei boschi agli habitat indicati ed eventualmente di proporre di nuovi all'U.E. che sono rimasti esclusi dall'elenco degli habitat. E' questo un ulteriore contributo dell'indagine in corso che è reso possibile dal completamento delle tante analisi, a cui si è fatto cenno, che hanno riguardato negli ultimi anni il territorio italiano. Il nostro Ministero sarà quindi consapevole della necessità di attivare politiche di salvaguardia anche della biodiversità non considerata e potrà quindi sviluppare politiche adeguate, ancora prima che queste emergenze saranno integrate ufficialmente nella Rete Natura 2000.

Di seguito vengono presentate alcune immagini (Fig. 3,4,5,6,7) che sintetizzano l'importanza di tali gruppi di habitat a livello distributivo.

Le carte di distribuzione sono state realizzate per punti (centroidi dei SIC), con simboli scalari o proporzionali alla superficie coperta dall'habitat in ogni SIC, elaborando i dati del DB Natura 2000 relativo alle schede di tutti i SIC e ZPS (*DB cntryit.mdb* Ministero dell'Ambiente e della tute-

la del territorio, aggiornato ad Agosto 2008, link <ftp://ftp.scn.minambiente.it/Cartografie/Natura2000>). Queste informazioni geografiche si sono prestate, a piccola scala, ad analisi statistiche geografiche centrografiche fondamentali, quali: il calcolo del centro di distribuzione o centro di gravitazione; l'ellisse di deviazione standard.

Tali analisi geografiche risultano utili nel descrivere ed interpretare la distribuzione dell'habitat, infatti indicano il baricentro o centro di gravitazione, la dispersione e la direzione prevalente della distribuzione oltre a permettere di monitorare i trend evolutivi nel tempo .

Il centro di distribuzione è calcolato in modo ponderato tenendo conto della superficie di presenza dell'habitat in ogni SIC ed esprime in modo sintetico il centro di gravitazione degli habitat all'interno della Rete Natura 2000 in Italia. L'ellisse di deviazione standard (calcolata in modo ponderato) misura la deviazione standard di ogni punto rispetto al centro medio di distribuzione sia lungo l'asse X sia lungo l'asse Y evidenziando con un'ellissi l'anisotropia della distribuzione e l'orientamento globale dei punti (Ciotti & Finoia, 2005).

2. CONCLUSIONI

Le conclusioni su quanto esposto possono essere brevemente espresse con i seguenti punti:

- la direttiva habitat costituisce un importante strumento di protezione della biodiversità, che ha segnato una decisiva svolta nella conservazione e gestione attiva di specie, animali e vegetali e, soprattutto, di habitat mediante i quali sono identificabili gli ecosistemi;
- la direttiva habitat allo stato attuale individua habitat non sufficientemente rappresentativi della biodiversità forestale; essendo i boschi tra gli ecosistemi più rappresentativi dei territori italiani, per l'elevato grado di diversità dovuto alle caratteristiche proprie delle nostre montagne che senza soluzione di continuità collegano domini biogeografici diversi;
- le serie di indagini integrate realizzate su buona parte del territorio nazionale hanno portato a sviluppare modelli di paesaggio vegetale utili per l'interpretazione dei fattori ecologici che sono alla base del mosaico ambientale;
- tali conoscenze consentono di identificare i processi di monitoraggio e di base per la realizzazione dei piani gestione da produrre mediante l'integrazione culturale tra botanici e selvicoltori, seguendo le indicazioni della selvicoltura sistemica.

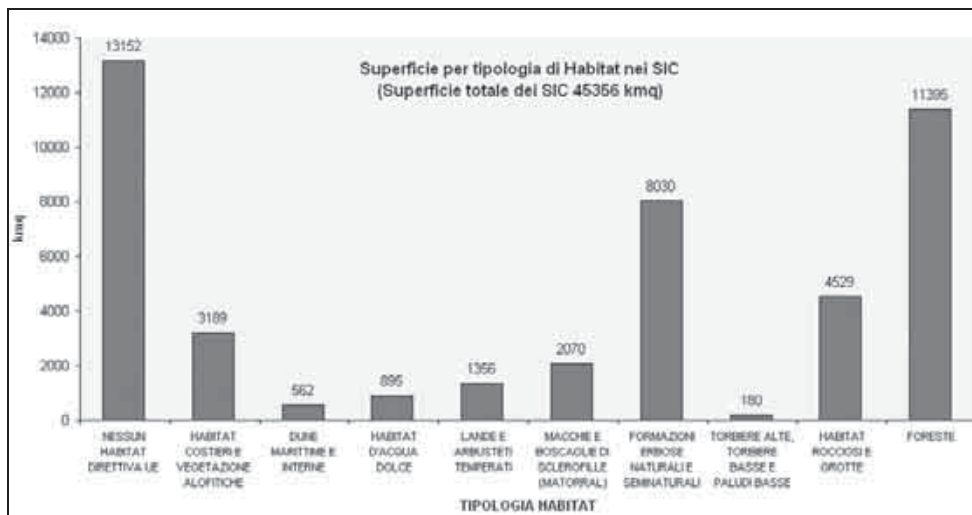


Figura 1. Superficie (km²) delle macrocategorie di habitat nei SIC italiani: si evidenzia come allo stato attuale le "Foreste" ricoprono le maggiori superfici (11.395 km²) seguite dalle "Formazioni erbose naturali e seminaturali" (8030 km²). La prima colonna dell'istogramma si riferisce alla superficie occupata dai territori compresi nelle aree SIC non attribuibili a categorie tipificate nella direttiva.

Figure 1. Surface (km²) of the macro categories of habitats in the Italian SACs: it is evident that at the moment "Forests" cover the bigger surfaces (11.395 km²) followed by the "Natural and semi-natural herbaceous formations" (8030 km²). The first column of the histogram refers to the surface occupied by the territories that are comprised in the SAC areas which cannot be attributed to the categories typified by the Directive.

Figure 1. Surface des macro catégories des habitats dans les SIC italiens: on évidence que à l'état actuel les "Forêts" recouvrent les surfaces majeurs (11.395 km²) suivies par les "Formations herbacées naturelles et semi naturelles" (8030 km²). La première colonne de l'histogramme réfère à la surface occupée par les territoires compris dans les aires Sic qui ne sont pas attribuables aux catégories typifiées par la Directive.

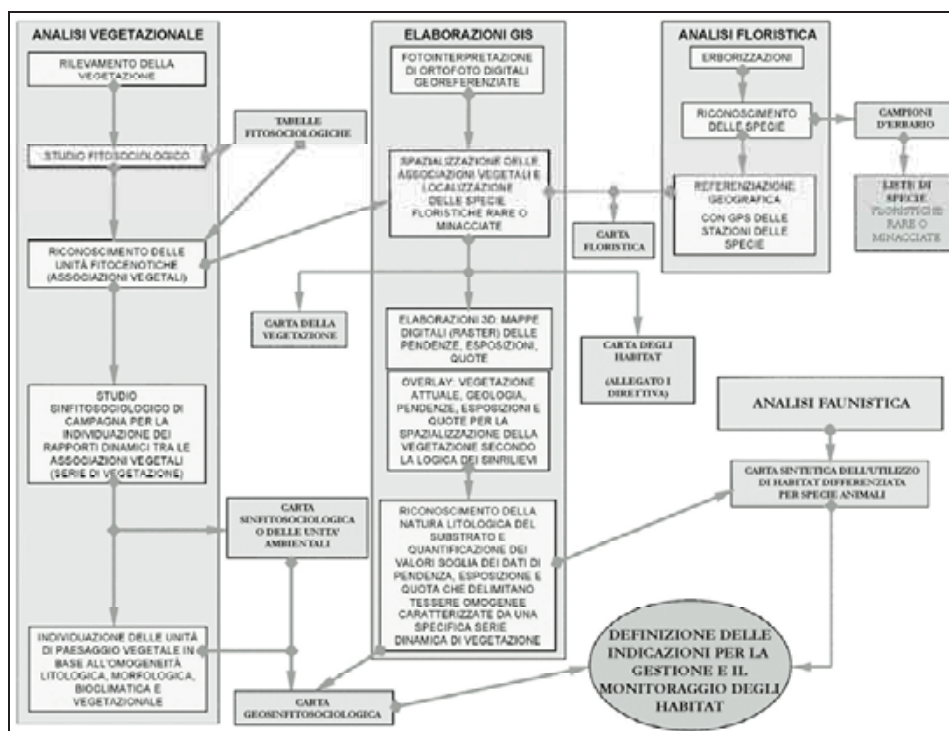


Figura 2. Schema di processo metodologico utilizzato per l'integrazione dei dati di biodiversità nel progetto REM: la struttura complessa evidenzia il tentativo di massimizzare l'integrazione dei dati di natura biologica (flora, vegetazione, fauna) e fisica (geomorfologia, clima, ecc.).

Figure 2. The scheme of the methodological processes utilised for the integration of biodiversity data in the REM project: the complex structure underlines the aim to maximize the integration of biological (flora, vegetation, fauna) and physical data (geomorphology, climate etc.).

Figure 2. Schéma du procédé méthodologique utilisé pour l'intégration des données sur la biodiversité dans le projet REM: la structure complexe évidence la tentative de maximiser l'intégration entre les données de nature biologique (flore, végétation, faune) et physique (géomorphologie, climat etc.).

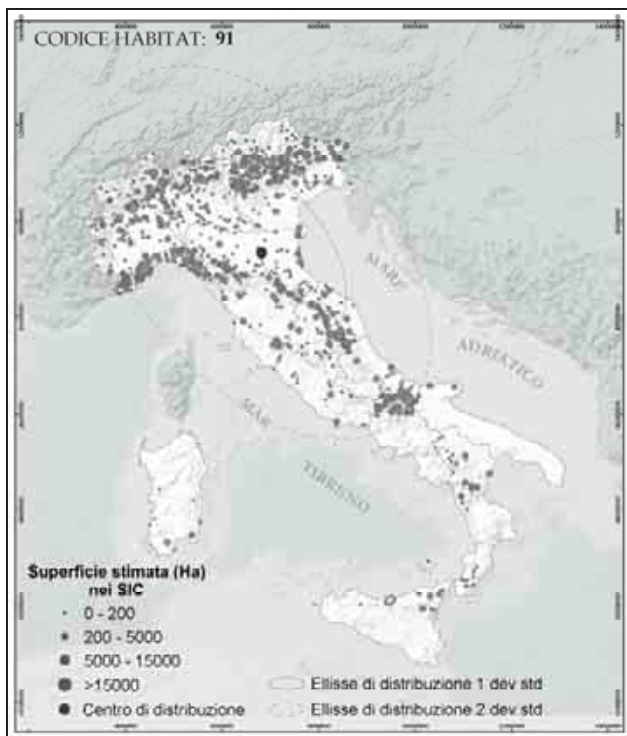


Figura 3. Carta di distribuzione delle “Foreste dell'Europa temperata”.
 Figure 3. Distribution map of “Forests of temperate Europe”.
 Figure 3. Carte de distribution des “Forêts de l'Europe tempérée”.

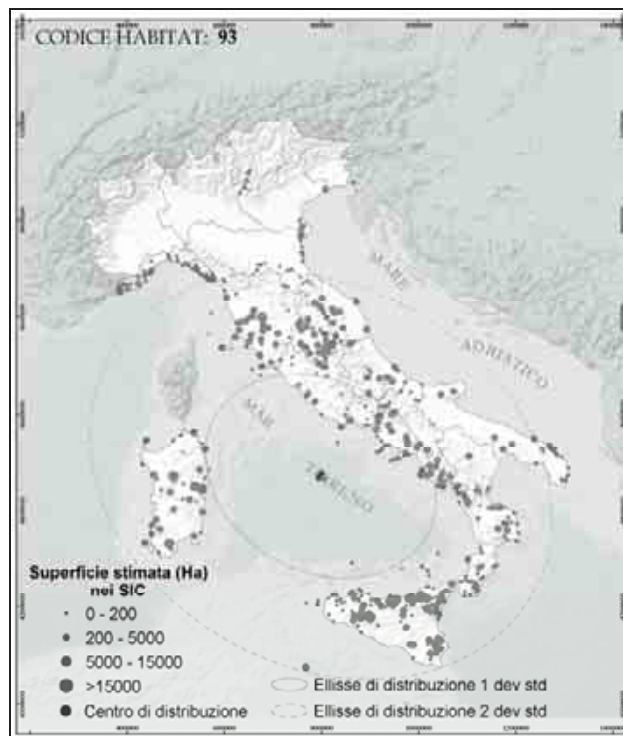


Figura 5. Carta di distribuzione delle “Foreste sclerofille mediterranee”.
 Figure 5. Distribution map of the “Mediterranean sclerophyllous forests”.
 Figure 5. Carte de distribution des “Forêts méditerranéennes sclérophylles”.

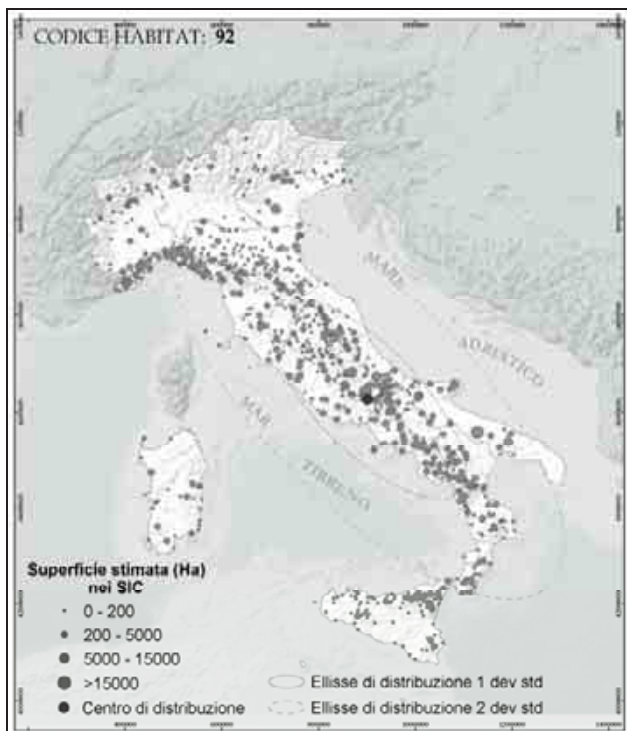


Figura 4. Carta di distribuzione delle “Foreste mediterranee caducifoglie”.
 Figure 4. Distribution map of “Mediterranean deciduous forests”.
 Figure 4. Carte de distribution des “Forêts méditerranéennes caducifoliées”.

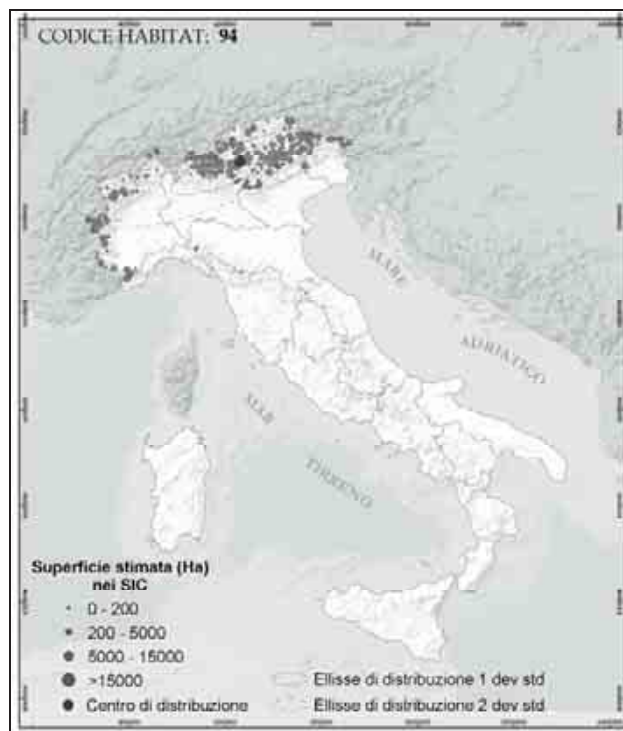


Figura 6. Carta di distribuzione delle “Foreste di conifere delle montagne temperate”.
 Figure 6. Distribution map of the “Temperate mountainous coniferous forests”.
 Figure 6. Carte de distribution des “Forêts de conifères des montagnes tempérées”.

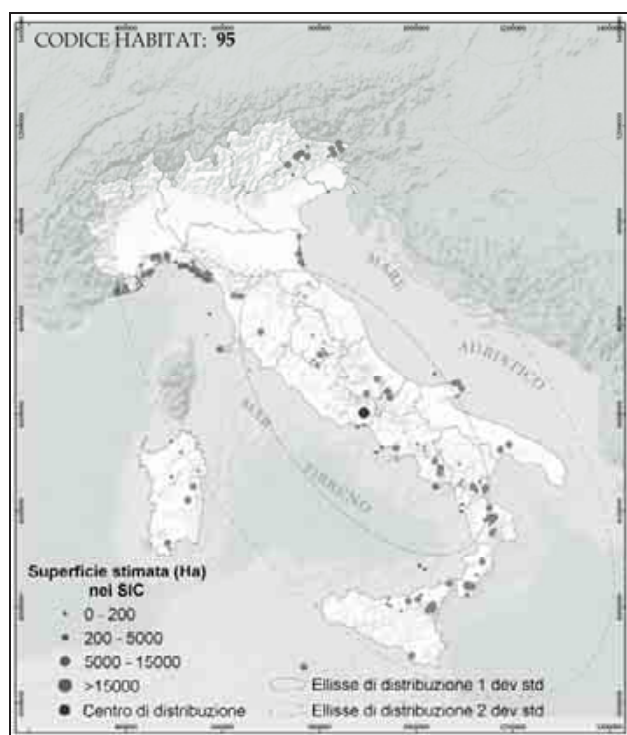


Figura 7. Carta della distribuzione delle “Foreste di conifere delle montagne mediterranee e macaronesiche”.

Figure 7. Distribution map of the “Mediterranean and Macaronesian mountainous coniferous forests”.

Figure 7. Carte de distribution des “Forêts de conifères des montagnes méditerranéennes et macaronésiques”.

Codice	Nome	Sup. km ²	Perc (%)
91	Foreste dell'Europa temperata	2577	22,6
9110	Faggeti di Luzulo-Fagetum	477	18,5
9120	Faggeti con Ilex e Taxus e con una ricca presenza di epifite (Ilici-Fagion)	17	0,7
9130	Faggeti di Asperulo-Fagetum	338	13,1
9140	Faggeti subalpini con Aceri e Rumex arifolius	15	0,6
9150	Faggeti calcicoli (Cephalanthero-Fagion)	466	18,1
9160	Querceti di Stellario-Carpinetum	91	3,5
9170	Querceti di Galio-Carpinetum	1	0,1
9180	Foreste di valloni di Tilio-Acerion	183	7,1
9190	Vecchi querceti acidofili con Quercus robur delle pianure sabbiose	30	1,1
91AA	Boschi orientali di quercia bianca	19	0,8
91B0	Frassineti di Fraxinus angustifolia	35	1,3
91D0	Torbiere boschive	9	0,4
91E0	Foreste alluvionali residue di Alnion glutinoso-incanae	249	9,7
91F0	Boschi misti di quercia, olmo e frassino di grandi fiumi	99	3,8
91H0	Boschi pannonici di Quercus pubescens	133	5,2
91K0	Foreste illiriche di Fagus sylvatica (Aremonio-Fagion)	231	9,0
91L0	Querceti di rovere illirici (Erythronio-carpinon)	36	1,4
91M0	Foreste pannonico-balcaniche di quercia cerro-quercia sessile	149	5,8
92	Foreste mediterranee caducifoglie	4266	37,4
9210	Faggeti degli Appennini di Taxus e di Ilex	1726	40,5
9220	Faggeti degli Appennini Abies alba e faggeti di Abies nebrodensis	261	6,1
9250	Querceti di Quercus trojana (Italia, Grecia)	411	9,6
9260	Castagneti	1229	28,8
9280	Boschi di Quercus frainetto	112	2,6
92A0	Foreste a galleria di Salix alba e Populus alba	448	10,5
92C0	Boschi di platano orientale (Platanion orientalis)	21	0,5
92D0	Foreste riparie galleria termomediterranee (Nerio-Tamariceteae) e della penisola iberica sud-occidentale (Securinegion tinctoriae)	59	1,4
93	Foreste sclerofille mediterranee	2462	21,6
9320	Foreste di Olea e Ceratonia	339	13,8
9330	Foreste di Quercus suber	286	11,6
9340	Foreste di Quercus ilex	1818	73,9
9350	Foreste di Quercus macrolepis	1	0,1
9380	Foreste di Ilex aquifolium	18	0,7
94	Foreste di conifere delle montagne temperate	1546	13,6
9410	Foreste acidofile (Vaccinio-Picetea)	940	60,8
9420	Foreste di larici e Pinus cembra delle Alpi	586	37,9
9430	Foreste di Pinus uncinata (*su substrato gessoso o calcareo)	20	1,3

(segue)

(segue Tabella 1)

95	Foreste di conifere delle montagne mediterranee e macaronesiche	544	4,8
9510	Abetaie appenniniche di <i>Abies alba</i> e di <i>Picea excelsa</i>	45	8,3
9530	Pinete mediterranee di pini neri endemici	127	23,3
9540	Pinete mediterranee di pini mesogeni endemici, compresi il <i>Pinus mugo</i> e il <i>Pinus leucodermis</i>	343	63,0
9560	Foreste mediterranee endemiche di <i>Juniperus</i> spp.	6	1,1
9580	Foreste di <i>Taxus baccata</i>	23	4,2

Tabella 1. Tabella riassuntiva delle tipologie di habitat indicati dalla direttiva (92/43/CEE) in base al Manuale Europeo degli habitat della Direttiva, EUR 27, con indicate le superfici (km²) e la percentuale dei singoli habitat rispetto alla copertura del gruppo tipologico di appartenenza.

Table 1. The table summarizes the different habitat typologies of the Directive (92/43/EEC) on the basis of the Interpretation manual of European Union habitats, EUR 27, with the indication of the surfaces (km²) and the percentage of each habitats with respect to the coverage of the typological group to which they belong.

Tableau 1. Tableau récapitulatif des typologies des habitats indiqués par la Directive (92/43/CEE) selon le Manuel Européen des habitats de la Directive, EUR 27, avec l'indication des surfaces (km²) et le pourcentage de chaque habitat par rapport à la couverture du group typologique d'appartenance.

SUMMARY

HABITAT DIRECTIVE AND CONSERVATION OF FOREST BIODIVERSITY

The paper deals with the importance of the Habitat UE Directive in the identification, monitoring and management of the forest biodiversity. In Italy, 2284 SAC have been recognized, covering a surface of 45.356 km² the 25% of which is represented by forest habitats. It is a surface so important that it constitutes a very important opportunity in order to steer forestry towards biodiversity conservation, on the basis of the concepts of systemic forestry. Furthermore, the method utilized for the individuation and the integration of the habitats are described following the phytosociological and synphytosociological methodologies. The need to carry out more analyses in order to identify the necessary methodologies for the realization of management planning of SACs through a staff made by botanist and foresters, is clearly expressed.

RÉSUMÉ

LA DIRECTIVE HABITAT ET LA CONSERVATION DE LA BIODIVERSITE FORESTIERE

On va présenter l'importance de la directive habitat pour l'identification, le monitoring et la gestion de la biodiversité forestière. In Italie, on a reconnu 2284 SIC pour une surface de 45.356 km² dont le 25% est couvert par les forêts. Il s'agit d'une surface si considérable qu'on aura l'opportunité de orienter la sylviculture envers les concepts de la sylviculture systémique. On décrit, en outre, la méthode utilisée pour l'individuation et l'intégration des habitats selon des méthodologies phytosociologiques et synphytosociologiques. On souhaite donc la nécessité de conduire autres analyses de façon à identifier les méthodologies nécessaires pour la réalisation des Plans de gestion des SIC à travers une équipe formée par botanistes et sylviculteurs.

BIBLIOGRAFIA

Biondi E., 2005 – *Vegetazione e habitat prioritari*. In (a cura di C. Blasi et al.): "Stato della Biodiversità in Italia.

Contributo alla strategia nazionale per la Biodiversità", Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e Società Botanica Italiana, Palombi Editore, Roma: 202-219.

Biondi E., (Edit.) 2007 – *L'applicazione della Direttiva Habitat in Italia e in Europa*. Fitosociologia Monografica. 44 (2) - Suppl. 1: 1-374.

Biondi E., Catorci A., Pandolfi M., Casavecchia S., Pesaresi S., Galassi S., Pinzi M., Vitanzi A., Angelini E., Bianchelli M., Cesaretti S., Foglia M., Gatti R., Morelli F., Paradisi L., Ventrone F., Zabaglia C., 2007. *Il Progetto di "Rete Ecologica della Regione Marche" (REM): per il monitoraggio e la gestione dei siti Natura 2000 e l'organizzazione in rete delle aree di maggiore naturalità*. Fitosociologia 44 (2) suppl. 1:89-93.

Biondi E., Feoli F., Zuccarello V., 2004 – *Modelling Environmental Responses of Plant Associations: A Review of Some Critical Concepts in Vegetation Study*. Critical Reviews in Plant Sciences, 23 (2): 149-156.

Biondi, E. & Calandra, R. (1998) *La cartographie phytocécologique du paysage*. *Écologie*, 29 (1-2), 145-148.

Blasi C, Michetti L., 2005 – *Biodiversità e clima*. In Blasi C. et al. (a cura di) *Stato della Biodiversità in Italia*. Contributo alla strategia nazionale per la biodiversità. Palombi Ed., pp.57-66, Roma.

Blasi C., 1997 – *La Carta Ecologica e la Carta dei Sistemi di Paesaggio d'Italia*. Atti dei Convegni Lincei, 132, XIV Giornata dell'Ambiente, Convegno sul tema "Parchi e Riserve Naturali: conservazione e ricerca ieri e oggi" (Roma, 5 giugno 1996): 83-98.

Blasi C., Boitani L., La Posta S., Manes F., Marchetti M., (Edit.) 2005 – *Stato della Biodiversità in Italia*. Contributo alla strategia nazionale per la Biodiversità, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e Società Botanica Italiana, Palombi Editore, Roma.

Blasi C., Filibeck G., Frondoni R., Rosati L., Smiraglia D. 2004 – *The map of the vegetation series of Italy*. Fitosociologia 41 (1), suppl. 1: 21-25.

Blasi C., Guida D., Siervo V., Paolanti M., Michetti L., Capotorti G., Smiraglia D., 2007 – *Defining and mapping the landscapes in Italy*. Proceedings of the 7th IALE World Congress - Part 1, Wageningen, The Netherlands, July 8-12.

Carranza M.L., Ricotta C., Fortini P., Blasi C., 2003 – *Quantifying landscape change with actual vs. potential natural vegetation map*. *Phytocoenologia* 33(4): 591-601.

- Catorci A., Biondi E., Casavecchia S., Pesaresi S., Vitanzi A., Foglia A., Galassi S., Pinzi M., Angelini E., Bianchelli M., Ventrone F., Cesaretti S., Gatti R., 2007 – *La Carta della vegetazione e degli elementi di paesaggio vegetale delle Marche (scala 1:50.000) per la progettazione e la gestione della rete ecologica regionale*. Fitosociologia 44 (2) suppl. 1: 115-118.
- Ciancio O., 2002 – *Teoria della gestione sostenibile delle risorse ambientali e forestali*. In (a cura di O. Ciancio et al.): "Linee guida per la gestione sostenibile delle risorse forestali e pastorali nei Parchi Nazionali". Accademia di Scienze Forestali, Firenze: 13-46.
- Ciancio O., 2005 – *La prevenzione degli incendi boschivi. Il bosco soggetto di diritto, la selvicoltura sistemica e la cultura della foresta*. Fitosociologia 42 (1): 139-142.
- Ciotoli G & Finoia M., 2005 – *Dalla statistica alla Geostatistica*. ARACNE Editrice, Roma.
- European Commission DG Environment Nature and Biodiversity, 2007 – *Interpretation Manual of European Union Habitats*, EUR 27. Natura 2000.
- Pesaresi S., Biondi E., Casavecchia S., A. Catorci, Foglia M., 2007 – *Il Geodatabase del Sistema Informativo Vegetazionale delle Marche*. Fitosociologia 44(2) suppl. 1: 95-101.
- Ricotta C., Carranza M.L., Avena G., Blasi C., 2002 – *Are potential natural vegetation maps a meaningful alternative to neutral landscape models?* Applied Vegetation Science 5: 271-275
- Rivas-Martinez S., 2005 – *Avances en Geobotánica*. Internet: <http://www.globalbioclimatics.org>.
- Zuccarello, V., Allegrezza, M., Biondi, E., Calandra, R., 1999 – *Valenza ecologica di specie e di associazioni prative e modelli di distribuzione lungo gradienti sulla base della teoria degli insiemi sfocati (Fuzzy Set Theory)*. Braun-Blanquetia 16, 121-225.

PRODUZIONE DEGLI ECOSISTEMI DI FORESTA TEMPERATA, ASSETTO DELLE ZOOCENOSI E SELVICOLTURA

(*) *DAAPV/Entomologia, Università degli Studi di Padova, Legnaro (PD)*

Sono considerate, in primo luogo e in connessione con il quadro concettuale e tecnico-pratico della selvicoltura, le principali risorse di produzione primaria disponibili alla fauna nei boschi di climi temperati, secondo gli orizzonti di vegetazione, le stagioni e le anomalie climatiche straordinarie. L'offerta di cibo è distinta in base alla sua utilizzazione da parte di organismi raggruppati in categorie ecologico-funzionali. La rassegna riguarda gli umori vegetali, gli organi verdi, le strutture riproduttive, la materia lignea *s.l.*, l'eventuale contributo del sottobosco e le lettiere, dispensatrici di energia alla pedofauna e decisive, notorie sedi della bioriduzione.

Quanto alla produzione secondaria, è rilevante la parte sostenuta dagli insetti, mediatori tra la sostanza organica primaria e le esigenze alimentari di molti vertebrati, soprattutto degli uccelli. Fra questi ultimi, un cospicuo contingente svolge una funzione non sempre valutata adeguatamente ai fini della composizione e della conservazione di determinati tipi di popolamenti forestali. Degli altri vertebrati, rivestono una maggiore o minore importanza ecologico-selvicolturale i mammiferi, la cui partecipazione allo sfruttamento della produzione forestale integra o compensa o sostituisce, secondo le circostanze, quella dei volatili, o si affianca talora a quella degli insetti. L'azione della pedofauna a carico dei detriti è esercitata in misura prevalente da anellidi e da artropodi, ultimi, di norma, tra gli animali a prelevare l'energia fluente nelle catene alimentari. Anche la fauna delle acque interne eventualmente presenti nei boschi si inserisce attivamente o passivamente nei processi di consumo della sostanza organica frutto dell'efficienza funzionale degli ecosistemi ospitanti.

Parole chiave: produzione, consumatori, foreste, zoocenosi, selvicoltura.

Keywords: production, consumers, forests, zoocoenoses, silviculture.

Mots clés: production, consommateurs, forêts, zoocénoses, sylviculture.

Una rassegna delle fonti di approvvigionamento energetico per consumatori animali di sistemi forestali può utilmente fondarsi sulle esigenze manifestate da organismi convenzionalmente aggregati in categorie ecologico-funzionali. Sembra perciò conveniente distinguere la produzione dei boschi secondo i principali tipi di sostanze e strutture sue componenti che nell'azione delle zoocenosi subiscono asportazioni in vari, caratteristici modi.

La sottrazione di umori vegetali, di per sé non immediatamente letale anche se ingente, ma infine stremante gli ospiti, consente a organismi longevi, quali gli alberi, di sopportare a lungo reiterati prelievi di liquidi, purché non aggravati da inoculazioni di principi biochimicamente incompatibili con l'efficienza fisiologica o con la vita stessa dei vegetali sfruttati.

La fillofagia riguarda parti generalmente provvisorie e destinate, in ogni caso, ad essere riformate di anno in anno e talora in uno stesso periodo vegetativo. L'utilizzazione di tessuti verdi è perciò assicurata ai consumatori al ripetersi di ogni arco di stagioni, tenuta presente l'obbligata emissione di organi fotosintetizzanti nel ciclo produttivo, il che assicura un più o meno lungo sfruttamento delle piante nutrici, fino alla crisi, coincidente con la loro resa all'attacco di xilofagi profittatori dello stato di deperimento.

È invece aleatoria e limitata la disponibilità di strutture riproduttive, le risorse alimentari di gran lunga più ricche per i consumatori tra quelle fornite dagli alberi, ma soggette a troppi rischi di mancata o stentata offerta e facilmente alterabili nel corso dello sviluppo.

All'opposto, l'ingente quantità di tessuti più o meno lignificati costruita nella foresta è di continuo presente, ab-

bondante, durevole, ma, salvo il caso del floema, povera di composti azotati, oltre che di altre sostanze atte a conferirle valore alimentare per i consumatori; quest'ultima caratteristica concorre, com'è noto, ad assegnare allo xilema la possibilità di conservarsi indefinitamente come sostanza morta e tuttavia messa al servizio di organismi viventi anni, decenni, secoli o perfino millenni. Tanta solidità non è però invulnerabile: l'ingresso di xilofagi, peggio se vettori di funghi simbiotici, avvia il fatale decadimento delle piante invase e condanna alla scomparsa singoli alberi o interi soprassuoli (cfr. Grégoire e Evans, 2004), come sta drammaticamente sperimentando di questi tempi la selvicoltura nordamericana.

Le lettiere infine, sedi della conclusione del bilancio energetico, della restituzione della fertilità e della distruzione dei resti materiali della produzione primaria non riciclabili, fungono da custodi e dispensatrici della modesta scorta di azoto circolante nel sistema (Spurr e Barnes, 1980).

Il bilancio energetico delle zoocenosi forestali di climi temperati impegna in misura cospicua tre gruppi di consumatori che trasformano la produzione, o anche la biomassa, in quantità, modi e tempi tali da influire decisamente, in determinate circostanze, sull'assetto delle comunità di organismi e dunque sulla dinamica del funzionamento degli ecosistemi: si tratta degli insetti, degli uccelli e dei mammiferi, cui si aggiungono i disparati animali saprofagi attivi per lo più nel suolo. Nell'ambito degli interessi selvicolturali il combinarsi e il contrastare dell'azione dei sopra ricordati complessi di agenti animali incidono in modo determinante sulla struttura, sulla composizione e, in vari casi, sull'esistenza stessa di certi tipi di soprassuolo.

Gli insetti, per la varietà di attitudini manifestata dalla classe non meno che per la capacità di apparire rapidamente in numeri enormi dimostrata da molte specie, vengono usualmente considerati o come sfruttatori di disparate parti dei vegetali o come aggressori o vittime di altri organismi (spesso, di membri della stessa classe) o come demolitori di detriti. Il che, in una prospettiva ecologica generale è certamente corretto; se tuttavia l'analisi si svolge alla profondità di un'indagine biocenotica e alla luce di criteri e scopi selvicolturali, tutto quel distruggere, assalire e riciclare rivela la trama di uno schema funzionale ben più importante di quanto messo in evidenza da un pur accurato esame degli eventi di fitofagia, zoofagia e necro-saprofagia individualmente considerati.

Se si analizzano da tale punto di vista i rapporti tra i sottrattori di liquidi vegetali e le piante forestali ospiti (Masutti, 1983) e si prende a paradigmatico esempio la cocciniglia *Matsucoccus feytaudi* Ducassee, le ripercussioni selvicolturali dell'improvviso apparire e pullulare dell'insetto nei popolamenti tirrenici di pinastro sono fin troppo visibili. L'evento ha lasciato tuttavia due strascichi meritevoli di ulteriore riflessione: 1) alle cenosi di pineta, ove queste si stanno ricostituendo, si è aggiunto per sempre un consumatore pericoloso anche perché esente da specifici parassitoidi e predatori (Binazzi e Covassi, 1989); 2) nessun beneficio sembra esserne derivato sotto forma di alimento accessibile a vertebrati insettivori, data l'esistenza quasi sempre nascosta della specie. Altri fitomizi invece costituiscono preziose risorse di sostentamento per piccoli passeriformi, anche qualora non siano specie dannose ai boschi, quali, per esempio, gli afidi fillobi delle betulle, assiduamente prelevati dai lui (*Phylloscopus* sp. pl.) nelle migrazioni autunnali, o quelli che in piantagioni di pini la cincia mora (*Parus ater* L.) durante la buona stagione agglutina in "pellet" e nasconde, per ritrovarli e sfamarsene d'inverno (Gibb, 1960).

Il potere a volte devastante degli insetti fillofagi è stato illustrato da Kulman (1971) in un prospetto comprendente i principali problemi causati dai defoliatori alla selvicoltura della zona temperata boreale del pianeta. Oggi in verità a tale rassegna occorrerebbe aggiungere quanto di nuovo e in parte inatteso è ora necessario indagare in fatto di conseguenze del cambiamento climatico, di alterazioni nel bilancio del carbonio, di vulnerabilità delle piante ospiti, di importanza funzionale della biodiversità (si vedano le considerazioni di Battisti (1988) sulle biocenosi di pineta alterate dalle pullulazioni di "processionaria") e di ripercussioni dell'incessante ingresso di fitofagi alloigeni sull'equilibrio funzionale delle biocenosi di foresta; alcuni importanti aspetti della nuova realtà sono stati prefigurati e discussi da Mattson e Addy (1975), cui si deve una definitiva presentazione degli insetti fillofagi come regolatori della produzione primaria delle foreste. Le conclusioni che da tali premesse si possono trarre sul piano pratico hanno trovato da tempo un'applicazione nelle selvicoltura del larice, per quanto chiarito in merito all'alternante modificarsi dei rapporti tra il vigore demografico del lepidottero defoliatore *Zeiraphera griseana* (Hübner) e la risposta fisiologica della pianta ospite (Baltensweiler e Fischlin, 1988).

Gli insetti anto-spermo-carpofagi, sulla cui azione a danno della produzione di sporofilli, fiori, semi o frutti stanno movendosi iniziative di ricerca a livello internazionale, si

rivelano dannosi non soltanto con il consumo di strutture vegetali riproduttive, ma anche con l'inopinata loro implicazione in insidiosi processi di trasmissione e diffusione di patogeni letali.

La materia lignea, soprattutto se di natura xilematica, ha negli insetti i più agguerriti sfruttatori tra gli animali e gli inesorabili esecutori di condanne a morte per le parti di pianta invase o per l'intero organismo arboreo o arbustivo. Nella pratica forestale l'imperversare di insetti appartenenti a tale categoria ecologico-funzionale ostenta paurosi effetti delle sue moltiplicazioni in massa. Non sempre si tratta di danni imputabili ai soli attacchi di xilofagi, ché spesso le invasioni di insetti del legno comportano l'immissione e/o la diffusione nelle biocenosi di temibili organismi associati, quale, a clamoroso esempio, il nematode dei pini, *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner e Buhrer), che da foreste di altri continenti si è ampiamente diffuso, approfittando ovunque di coleotteri vettori del genere *Monochamus* Dejean, e che ormai potrebbe invadere le conifere europee dalla "testa di ponte" stabilita da diversi anni in popolamenti di pinastri del Portogallo (Mota *et al.*, 1999).

Nel sottobosco gli insetti trovano sedi di vita sussidiarie per loro cicli complessi o cibi alternativi a sostegno della loro permanenza negli ambienti boschivi. Sono numerosi quelli che sfruttano corpi fruttiferi di funghi, diversi dei quali sono prodotti da miceti partecipi di simbiosi micorriziche con specie arboree di notevole importanza selvicolturale: vi appartengono russule, lattari, boleti, amanite, cortinari e tartufi (Tosco, 1967).

Questi stessi e altri eumiceti costituiscono, con le loro ife sotterranee, cibo per insetti, soprattutto collemboli, nonché per acari di lettiera forestali, concorrendo così a sorreggere indirettamente i processi di umogenesi anche nelle difficili condizioni edafiche imposte nelle pinete. In vari tipi di bosco tuttavia il complesso dei detriti viene rimaneggiato, direttamente o mediamente, anche da diversi altri insetti. È noto, per altro, che, nelle situazioni più favorevoli all'azione della pedofauna in generale, altri organismi, tra cui predominano i lombrichi e i loro affini enchitreidi, assumono un'importanza determinante quali membri del contingente zoologico dei consumatori impegnati nelle catene alimentari di detrito.

Gli animali legati alle acque interne eventualmente presenti nei boschi, quantunque fondamentalmente legati alle sorti dei sistemi idrici, si inseriscono variamente anche nel flusso di energia degli ecosistemi forestali limitrofi, contribuendo a sfruttarvi o a differenziarvi la produzione secondaria.

Il destino di vittime di vertebrati assegnato agli insetti è soltanto una tessera di un grandioso mosaico, nel quale l'entomofauna, tipicamente con la sua quota fitofaga, si rivela determinante per la colonizzazione del bosco da parte degli uccelli, non solo entomofagi, tanto che la presenza di un gran numero di passeriformi negli habitat di foresta dipende da quella di un idoneo popolamento di insetti-prede. In effetti anche i granivori, salvo il crociere comune, abbisognano di un tempestivo rifornimento di piccoli invertebrati, principalmente insetti, per sfamare la prole nella prima fase dello sviluppo. Non sono pochi, inoltre, gli uccelli che all'occasione aggrediscono altri volatili nel boschi: gli stessi picidi, cacciatori specializzati di insetti xilofagi, approfittano facilmente dell'opportunità di devastare altrui nidi ospitati in cavità di tronchi.

Dal punto di vista ecologico-funzionale adottato nella presente esposizione, negli habitat forestali i mammiferi agiscono: 1) come gli insetti, nel prelevare masse di organi verdi, ma solo fino a circa 2 metri da terra; 2) come gli uccelli, nell'includere più o meno abbondantemente gli insetti in loro diete zoofaghe; 3) come entrambi i termini del paragone proposto nello sfruttare al massimo il prezioso alimento costituito dalle strutture vegetali riproduttive.

La pedofauna delle foreste di climi temperati, pur prelevando una modesta quota dell'energia residua dal materiale elaborato, accelera la distruzione dei detriti e il riciclo dei minerali nutrieri demolendo la parte più consistente delle lettiere e trasformandola in materia digerita e meglio aggredibile da processi bioriduttivi. Ove consentito dalle condizioni edafiche, la parte più cospicua di tali interventi è affidata agli anellidi, soprattutto lombrichi, la cui importanza nel quadro della produzione secondaria della foresta è indicata dalla biomassa accumulata in biocenosi di latifoglie: fin oltre 100 g/m² (Jensen, 1974). Un simile patrimonio di cibo altamente proteico non rimane inutilizzato; fuori terra ne approfittano correntemente cinghiali, volpi, tassi, ricci, topiragno, beccacce, merli, pettirossi, coleotteri carabidi, formiche, ecc. La fauna delle acque dolci in ambienti di foresta, oltre a produrre insetti per predatori terragni, si inserisce in catene di consumo dei sistemi forestali finitimi cedendo pesci all'orso e alla lontra, anfibi alle cornacchie e al marasso, natrici e topiragno d'acqua a occasionali aggressori, e inviando nei boschi ripari la nitticora, la rana temporaria e le raganelle.

Il risultato della generale offerta di cibo e del suo consumo da parte della fauna forestale si configura come un bilancio in continua variazione, in dipendenza, non solo da ritmi imposti alla produzione primaria dai fattori climatici ordinari o eccezionali o dall'esplosione di fitopatie, ma anche da cambiamenti quantitativi nelle popolazioni di determinati complessi di animali. Le ripercussioni di eventi del genere maggiormente avvertite dalle biocenosi silvane, e di conseguenza dalla selvicoltura, sono quelle dovute alle defoliazioni eccezionali, non già a quelle periodiche, benché temute nella pratica forestale di tempi brevi. I danni correnti causati da pullulazioni di fillofagi all'efficienza produttiva di varie importanti specie arboree da legno sono stati discussi nel 1971 da Kulman, in una prospettiva estesa ai principali tipi di sistemi forestali della zona temperata. Subito dopo Mattson e Addy (1975) hanno arricchito il bagaglio concettuale necessario a inquadrare in un convincente schema di criteri ecologici i casi di defoliazione, fornendo una chiara disamina degli effetti a lungo termine delle defoliazioni.

Meno appariscenti, ma non meno importanti al fine di conservare l'integrità delle biocenosi e di preservare addirittura il potere di autoconservazione dei popolamenti forestali, sono le conseguenze del sovraccarico di animali selvatici pascolanti nei boschi (cfr. Nanetti *et al.*, 1997). E' di comune esperienza la sistematica eliminazione invernale del novellame di abete bianco attuata dal capriolo, dimostratosi da decenni troppo frequente in certe conifere alpine, tenuto conto delle condizioni produttive degli ecosistemi interessati. Il cervo, che già di per sé e tanto peggio per il suo vivere in branchi spesso vaganti compromette con le sue esigenze trofiche la conservazione dei sottoboschi, distrugge in vari ambienti alpini la rinnovazione dello stesso abete rosso.

Più sconvolgente è, certo, quanto nei boschi configurano

le infestazioni di xilofagi, segnatamente coleotteri scolitidi. In tali momenti della storia degli ecosistemi forestali le cenosi vengono gravemente falciate e talora annientate.

Una nota rassereneante riguarda per contro la nascosta, incessante azione costruttiva o ricostruttiva, ad arricchimento della biodiversità e del patrimonio selvicolturale italiano, svolta da alcuni animali in diverse zone di interesse forestale del nostro territorio. Il risaputo dipendere della distribuzione del pino cembro dal comportamento della nocciaia e dall'intervento secondario di roditori terragni trafigatori di seme si rivela con chiarezza nell'apparire di rinnovazioni di circolo in ambienti abbandonati dallo sfruttamento pastorale o perfino in biotopi impensabili. La lenta diffusione delle querce per la tesaurizzazione operata dalla ghiandaia compensa la partecipazione dello stesso volatile all'assiduo, insostenibile prelievo di ghiande cui si assiste in boschi troppo carichi di cinghiali, daini, cervi, roditori e colombacci. È comune constatare che l'alloro, come altre specie legnose della flora mediterranea, produttrice di frutti carnosì graditi agli uccelli (Pacini *et al.*, 2001), può nascere lontano dalla pianta madre per la disseminazione operata dal merlo.

Gli esempi dianzi presentati suggeriscono idee nuove per provvedimenti di difesa e miglioramento della biodiversità negli ambienti di foresta. È tuttavia necessario che le iniziative siano meditate alla luce delle cognizioni disponibili in merito alla funzionalità dei sistemi e alla trama dei rapporti biocenotici, soprattutto per quanto riguarda l'introdurre o il reintrodurre nuovi organismi nelle comunità animali esistenti e il tollerare l'incontrollato moltiplicarsi di specie la cui adattabilità alle nicchie disponibili non sia stata in precedenza verificata a livelli demografici inusuali.

SUMMARY

FOREST ECOSYSTEM PRODUCTION, STATUS OF THE ZOOCOENOSSES AND SILVICULTURE

The primary production of temperate woodland ecosystems is discussed as a food resource available to the forest fauna. Altitude distribution of woods, cycle of seasons and unusual climate changes have been considered. The supply of food was distinguished on the basis of its utilization by the different ecological-functional types of animals: cell-, xylem- and phloem-sap, green organs, reproductive structures, woody parts *s.l.* and litter; obviously, if there is an undergrowth, its vegetation is also to be under examination.

As far as the secondary production is concerned, the main groups of consumers of silvicultural importance are insects, birds and mammals. The insects convert the primary production of forests into food for many animals, chiefly for a large number of birds. Several species of seed feeding birds affect the composition and distribution of some types of woods. Mammals are to be considered as consumers enhancing, completing, or replacing the function of birds; sometimes they act as insects.

Among the woodland soil animals, arthropods and earthworms, the well-known decomposers of litters, are the last animals utilizing the energy in food chains. The freshwater fauna plays a role in the cycle of the organic matter produced by its host ecosystems, too.

RÉSUMÉ

LA PRODUCTION DES ECOSYSTEMES DES FORETS TEMPEREES, L'EQUILIBRE ZOOECENOTIQUE ET LA SYLVICULTURE

On considère, au point de vue conceptuel et pratique de la sylviculture, les principales ressources de production primaire que les peuplements forestiers des zones tempérées mettent à la disposition de la faune, compte tenu des étages de végétation, des modifications saisonnières et des changements climatiques extraordinaires. La nourriture offerte a été distinguée selon l'utilisation qu'en effectuent les principaux types écologiques-fonctionnels identifiables dans les biocénoses. Il s'agit de la sève et des liquides cellulaires, des organes verts, des structures reproductrices, du bois *s.l.*, de l'éventuelle contribution du sous-bois et de la litière, dispensatrice d'énergie à la faune du sol et milieu essentiel de la décomposition de la matière organique. Quant à la production secondaire, les insectes sont les principaux médiateurs entre la production primaire et les exigences alimentaires des oiseaux, dont beaucoup d'espèces jouent un rôle souvent sous-estimé dans la dissémination et la perpétuation de certains peuplements forestiers.

Parmi les autres vertébrés, les mammifères revêtent un intérêt pas négligeable comme utilisateurs de la production forestière en intégrant ou compensant ou remplaçant la fonction des oiseaux et parfois celle des insectes. Dans la faune du sol, les oligochètes et les arthropodes sont les derniers animaux qui utilisent l'énergie au bout des chaînes alimentaires. La faune des eaux douces existantes dans les forêts prend aussi part aux processus de consommation de la matière organique produite par les écosystèmes d'interdépendance.

BIBLIOGRAFIA

- Baltensweiler W., Fischlin A., 1988 – *The larch bud moth in the Alps*. In: «Dynamics of forest insect populations», a cura di A. Berryman. Plenum Press, New York, p. 331-351.
- Battisti A., 1988 – *Phytophagous insects in the energy flow of an artificial stand of Pinus nigra Arnold in Northern Italy*. Redia, 71: 139-159.
- Binazzi A., Covassi M., 1989 – *Il Matsucoccus feytaudi Ducasse nelle pinete liguri di ponente*. Atti del Convegno «Sulle avversità del bosco e delle specie arboree da legno», Firenze, p. 197-222.
- Gibb J. A., 1960 – *Populations of tits and goldcrests and their food supply in pine plantations*. Ibis, 102: 163-208.
- Jensen V., 1974 – *Decomposition of angiosperm tree leaf litter*. In: «Biology of plant litter decomposition», vol. I, a cura di C. H. Dickinson e G. J. F. Pugh. Academic Press, London e New York, p. 69-104.
- Kulman H. M., 1971 – *Effects of insect defoliation on growth and mortality of trees*. Ann. Rev. Entomol., 16: 289-324.
- Masutti L., 1983 – *Gli artropodi fitomizi nelle biocenosi di foresta*. Atti XIII Congr. Naz. It. Entomologia, Sestriere-Torino, p. 357-369.
- Mattson J., Addy N. D., 1975 – *Phytophagous insects as regulators of forest primary production*, Science, 190 (n. 4214): 515-522.
- Mota M.M., Braasch H., Bravo A., Penas C., Bürgermeister W., Metge K., Sousa E., 1999 – *First report of Bursaphelenchus xylophilus in Portugal and in Europe*. Nematology, 1: 727-734.
- Nanetti L.M., De Battisti R., De Martin Topranin P., 1997 – *Metodologia di analisi dei danni da Cervo alla rinnovazione naturale delle piante arboree di interesse forestale nel comprensorio della Foresta di Tarvisio (Alpi Orientali)*. Suppl. Ric. Biol. Selvaggina, XXVII: 661-666.
- Pacini E., Piccini C., Piotta B., 2001 – *Il seme*. In: «Propagazione per seme di alberi e arbusti della flora mediterranea», a cura di B. Piotta e A. Di Noi. ANPA, Roma, p. 58-67.
- Spurr S.H., Barnes B.V., 1980 – *Forest ecology*. III ed. J. Wiley, New York.
- Tosco U., 1967 – *Eumicoti, Eumiceti o Micofite*. In: «Enciclopedia italiana delle scienze». Vol. I. De Agostini, Novara, p. 146-165.

IL PINO D'ALEPPO E LA RINNOVAZIONE NATURALE DOPO IL PASSAGGIO DEL FUOCO: LA VITA DOPO LA CATASTROFE

(*) *Dirigente superiore del Corpo Forestale dello Stato, Roma*

I recenti e tragici incendi boschivi, sviluppatisi l'estate scorsa sul promontorio garganico, hanno compromesso le funzioni naturalistiche ed ecologiche delle pinete (oltre 2.000 ettari di superficie bruciata) menomandone, nel complesso, la funzionalità paesaggistica e turistico-ricreativa nei Comuni di Vieste, Peschici, Vico del Gargano, Mattinata e Lesina.

Tuttavia il pino del Gargano essendo un albero geneticamente *ottimista per natura* troverà ancora una volta la forza per reagire a questo disastro ambientale purchè nelle tecniche ricostitutive se ne assecondino le caratteristiche ecologiche della specie (N. Palmieri – *Le pinete del Gargano*, 2001).

Il pino d'Aleppo è incluso nelle specie cosiddette *pirote-rofite*, cioè tra le piante perenni che si riproducono solo per seme dopo l'incendio. Molti semi di queste piante, infatti, germogliano solo dopo l'esposizione al forte calore dovuto ad un incendio. Questo fenomeno è noto come serotinia.

Il recupero nell'ambiente post-incendio può avvenire in modi diversi inclusa la germinazione dei semi in risposta a stimoli associati al fuoco che frattura i rivestimenti del seme, stimola direttamente l'embrione, favorisce l'arricchimento del suolo mediante la mineralizzazione della sostanza organica.

La strategia di sopravvivenza al fuoco adottata dal pino d'Aleppo si basa proprio su una sollecita ed abbondante disseminazione successiva all'evento. Il fuoco, infatti, stimola l'apertura dei coni favorendo la liberazione del seme e creando, nel contempo, condizioni più favorevoli per la rinnovazione e lo sviluppo delle giovani piantine, molto esigenti in luce, grazie all'eliminazione dell'azione competitiva delle altre specie vegetanti ed alla formazione di un substrato minerale più favorevole alla germinazione.

L'azione del fuoco sulla disseminazione ha inizio quando la temperatura all'interno delle chiome raggiunge valori sufficienti a fondere eventuali sigilli resinosi presenti sulla superficie dei coni, favorendo, con la disidratazione, la rapida divaricazione delle squame, costituite da tessuti legnosi anisotropi.

L'azione di stimolo del fuoco sull'abbondanza della disseminazione è confermata dai rilievi che confermano in media una quantità di circa 600 semi per metro quadrato.

L'apertura istantanea con l'esplosione dei coni colloca tempestivamente il seme nelle condizioni più idonee per sfuggire all'azione letale delle temperature elevate.

La strategia di sopravvivenza al fuoco del pino d'Aleppo si basa (Leone-Saracino 1991-1993):

- sul meccanismo di stoccaggio a rilascio selettivo, scalare e ritardato del seme, con liberazione, graduale o istantanea, del seme stesso allorché le temperature raggiungono livelli incompatibili con la vitalità;
- sulla capacità del seme di volteggiare con traiettoria a spirale serrate, per azione dell'ala, grazie ai moti convettivi lo-

cali indotti dall'incendio, e di approfondirsi, all'atto della deposizione sul suolo, per raggiungere le condizioni ottimali per le successive fasi biologiche, soprattutto da parte del seme di migliore qualità.

Un ruolo di rilievo è da attribuire infine al mimetismo (Piussi 1984), che probabilmente permette al seme liberato nei giorni immediatamente successivi all'incendio, di dissimularsi sulla cenere, approfondirsi e sfuggire all'azione dei predatori.

Le specie sempreverdi del sottobosco, costituenti la macchia mediterranea, (fillirea, alaterno, lentisco), ritornano ai valori originari di copertura alcuni anni dopo il passaggio del fuoco.

Generalmente la tecnica di ricostituzione dei boschi percorsi dal fuoco consiste nella rimozione sollecita degli alberi danneggiati dall'incendio.

L'esperienza e la ricerca tecnico-scientifica hanno messo in evidenza la rilevante criticità di tale procedura per le pinete d'Aleppo ed ha dimostrato che la presenza di piante adulte bruciate, benché morte, assicura la produzione, l'accumulo ed il rilascio scalare del seme che garantisce il processo di ricostituzione naturale del pino.

Infatti appare significativo che la maggiore densità dei semenzali di pino si osserva nelle aree con piante bruciate ma non sgomberate.

L'eventuale mancata affermazione dei semenzali, è pertanto da ricercare, non già nelle caratteristiche biologiche della specie, specie pirofita per eccellenza, quanto nelle operazioni di ricostituzione avviate dopo il passaggio del fuoco.

La rimozione degli individui adulti di pino incide, infatti, fortemente sulle disponibilità di seme, richiedendo spesso interventi artificiali di piantagione a buca che vanno soggetti anche a fallimenti ricorrenti per le estreme condizioni climatico-stazionali. Infatti i semenzali risentono fortemente dello stress da trapianto e dall'assenza di protezione contro la radiazione solare.

Le operazioni di utilizzazione, spesso accompagnate da bruciatura dei residui, possono essere causa di mortalità tra i semenzali.

Le giovani piantine risultano dunque più numerose nelle aree dove non si è proceduto allo sgombero delle piante bruciate poiché queste svolgono:

- una funzione ombreggiante ed impediscono che si sviluppino temperature elevate al suolo, (anche di 50°C) che sarebbero esiziali per le plantule;
- la presenza di copertura dovuta alle piante in piedi morte, infatti, scherma le plantule dalla radiazione solare diretta ed intensa; un immediato riscontro è fornito dai valori termici misurati in estate con temperature dai 40°C sotto copertura ai 53°C senza copertura;
- una funzione protettiva, ancorché attenuata, nei confronti del dilavamento del suolo, soprattutto nelle pendici più acclivi, ad opera delle piogge;

- una funzione di portaseme con rilascio graduale, nel tempo, di semi nel terreno.

In conclusione la mancata eliminazione delle piante morte di pino nei primi anni dopo l'incendio non solo avvia la rinnovazione naturale ma ne migliora anche il successo: la copertura arborea si comporta come una banca dei semi, assicurandone la funzione di stoccaggio e consentendo che questi, inizialmente conservati negli strobili serotini, vengano rilasciati scalarmene nel tempo dopo il passaggio del fuoco.

Nel periodo invernale si osserva che alcuni fringuellidi si alimentano sui coni delle piante bruciate non sgomberate (verzellino, cardellino, fringuello, colombaccio esercitano una intensa attività di foraggiamento).

L'eliminazione delle piante morte dopo circa due anni dall'evento rappresenta la condizione più favorevole per lo sviluppo della rinnovazione, unitamente alla sminuzzatura meccanica della ramaglia da residuare sul terreno.

In definitiva pur comprendendo la necessità di avviare gli interventi di ripristino e di ricostituzione boschiva è auspicabile, in tal senso, che ogni azione sia fortemente ispirata da una connotazione tecnico-scientifica: unico approccio in grado di garantire ottimali parametri ecologici e di conservazione della biodiversità in un'area a rilevante sensibilità ambientale qual è quella del Parco nazionale del Gargano.

BIBLIOGRAFIA

- Agostini R. (1964) - *Aspetti fitosociologici delle pinete di pino d'Aleppo del Gargano*. Ann. Ac.It.di Scienze forestali, Firenze.
- Bevilacqua N. (1970) - *Le pinete di pino d'Aleppo del Gargano*. Tesi di Laurea, Bari.
- Barbone E. (1988) - *Pino d'Aleppo*. In "Terra pugliese" n. 1 Foggia.
- Bernetti G. (1994) - *Alcune considerazioni sulle specie pioniere arboree*. L'Italia forestale e montana n.1, Firenze.
- Cristofolini D. (1941) - *Il pino d'Aleppo nella Valle Spoleatina*. Riv. For. Italiana.
- Crivellari D. (1950) - *Risultati sulla produzione della resina del pino d'Aleppo*.
- Di Tella (1931) - *Il pino d'Aleppo*. L'Alpe.
- Fenaroli L. (1964) - *Il Gargano, suoi aspetti vegetazionali e floristici*. Annali Accademia italiana di Scienze forestali, Firenze.
- Falanga F. (1921) - *Il pino d'Aleppo nel Gargano*. Nuovi annali MAF.
- Francini E. (1953) - *Il pino d'Aleppo in Puglia*. Annali Fac. Agraria, Bari.
- Fiori A. (1931) - *Il pino d'Aleppo*. L'Alpe.
- Lovreglio R. (1995) - *Aspetti della rinnovazione postincendio Pinus halepensis*. Monti e Boschi n.4, Bologna.
- Magini E. (1955) - *Pinete di pino d'Aleppo*. Atti congresso Nazionale di selvicoltura.
- Mastelloni B. (1979) - *Pino d'Aleppo*. Tesi di Laurea. Bari.
- Mazziotta A.M. (1995) - *Influenza del trattamento termico sulla germinazione del seme di Pinus halepensis*. Monti e Boschi n.3, Bologna.
- Palmieri N. (1983) - *Riordino colturale dei boschi del versante occidentale del Gargano*. Tesi di laurea, Bari.
- Perretta A.R. (1996) - *La rinnovazione naturale del pino d'Aleppo nelle pinete percorse dal fuoco*. In riv. Monti e Boschi n.1, Bologna.
- Rispoli E. (1963) - *Il pino d'Aleppo in ambiente ad estate semiarida*. Firenze.
- Saracino, Leone (1991) - *Osservazioni sulla rinnovazione di pino d'Aleppo in soprassuoli percorsi dal fuoco*. Monti e Boschi n. 1, Bologna.
- Saracino, Corona, Leone (1993) - *La rinnovazione naturale di pino d'Aleppo in soprassuoli percorsi dal fuoco*. Monti e Boschi 3, Bologna.
- Trabaud, Grosman (1985) - *Recovery of burnt Pinus halepensis*. Forest. Ecolog. Manag.
- Trabaud (1988) - *Influenza ecologica degli incendi e gestione degli spazi naturali*. Dattiloscritto.

CONSIDERAZIONI SELVICOLTURALI SUI PROCESSI DI RINNOVAZIONE DEI POPOLAMENTI FORESTALI

(*) *Ufficio Territoriale per la Biodiversità, Corpo Forestale dello Stato, Punta Marina Terme, Ravenna*

Nel corso dell'evoluzione della selvicoltura sono stati proposti molteplici modelli per garantire la perpetuazione delle formazioni boscate. Va evidenziato come questi modelli (ad esempio il modello della rinnovazione artificiale posticipata) e gli altri tipi di soluzioni proposte richiedano sempre una "forte" e costante presenza dell'azione antropica e propongano inoltre schematizzazioni alquanto rigide e semplificate. In un momento come quello attuale, dove la complessità degli ecosistemi forestali è sempre più riconosciuta quale caposaldo fondamentale per la gestione selvicolturale dei medesimi, è necessario soffermarsi a considerare quali siano le modalità attraverso cui le formazioni forestali si rinnovano in assenza di azioni antropiche le quali, inevitabilmente, indirizzano i processi di rinnovazione e di conseguenza vanno a condizionare anche la futura struttura del soprassuolo. Utili indicazioni in merito si possono ricavare dall'osservazione e dallo studio delle dinamiche dei processi di rinnovazione che si sviluppano all'interno sia dei soprassuoli in evoluzione "naturale" sia dei soprassuoli di neoformazione; svariati possono essere gli esempi riscontrabili in diverse realtà territoriali. In conclusione, le considerazioni sulla rinnovazione dei popolamenti forestali rivestono la finalità di evidenziare la necessità di valutare la vicinanza alle regole naturali delle modalità attuate nel passato ed eventualmente proporre – attraverso l'osservazione della realtà – nuovi modelli (ovviamente con le dovute semplificazioni com'è necessario per modelli che vogliono rappresentare i processi naturali) i quali vadano al di là di quanto proposto ed applicato sino ad ora dalla selvicoltura "produttiva" e dalla selvicoltura "naturalistica", sempre nell'ottica di dare origine a popolamenti il più possibile in equilibrio con l'ambiente.

Parole chiave: rinnovazione, selvicoltura, riflessioni.
Key words: regeneration, selviculture, considerations.
Mots clés: renouvellement, sylviculture, réflexions.

INTRODUZIONE

Il ruolo della rinnovazione dei popolamenti forestali ha da sempre rivestito, all'interno della gestione selvicolturale, notevole importanza. La nascita della selvicoltura può essere infatti individuata nel momento in cui l'uomo è passato dall'atteggiamento di sola raccolta e prelievo di materiale legnoso e di altri prodotti dai popolamenti forestali ad una considerazione dei medesimi come risorse non illimitate, nello spazio e nel tempo (Cappelli 1982, Piussi 1994, Andreatta 2003a). L'aver riconosciuto la necessità di una gestione attuata secondo le regole della selvicoltura, per poter ottenere con continuità i prodotti delle foreste, ha fatto nascere l'esigenza di elaborare meccanismi pratici per la perpetuazione delle stesse. In questa ottica, l'aspetto di prioritaria importanza viene attribuito alle modalità di rinnovazione come passaggio obbligato per la prosecuzione nel tempo dei soprassuoli forestali.

Il presente lavoro si propone il fine di rappresentare un contributo di opinione, partendo dalla considerazione di quanto proposto *ab antiquo* dalla selvicoltura "produttiva" e successivamente dalla selvicoltura "naturalistica", riguardo le modalità di rinnovazione indicate per i soprassuoli forestali. Dette modalità, le quali conservano tuttora la loro validità in determinate circostanze, si ritiene vadano però rivisitate alla luce del concetto in base al quale la complessità degli ecosistemi forestali costituisce oggi il presupposto imprescindibile per la pianificazione e l'attuazione degli interventi selvicolturali che interessano la gestione delle formazioni boscate.

I MODELLI PER LA RINNOVAZIONE DEI POPOLAMENTI FORESTALI

Nel corso dell'evoluzione della selvicoltura, a seconda del livello di prossimità alle dinamiche naturali, sono stati proposti molteplici modelli – differenziati per forma di governo e modalità di trattamento – per garantire la perpetuazione dei complessi boscati. Focalizzando l'attenzione sui boschi d'altofusto – i soprassuoli cedui rappresentano una realtà del tutto particolare dove l'intervento dell'uomo è strettamente necessario per mantenere tale forma di governo – la selvicoltura produttiva, considerata per secoli "la selvicoltura", ha indicato che la rinnovazione può essere di tipo naturale o artificiale, in considerazione dell'origine del materiale vegetale utilizzato per la perpetuazione del bosco e può essere anticipata o posticipata, in riferimento al momento di inizio del processo di rinnovazione rispetto alla esecuzione del taglio di utilizzazione che elimina fisicamente il precedente soprassuolo forestale (Piussi 1981, Cappelli 1982, Piussi 1994). In questo modo, combinando le modalità proposte, la selvicoltura produttiva propone che la rinnovazione dei boschi d'altofusto possa essere naturale anticipata, naturale posticipata, artificiale anticipata e artificiale posticipata. L'applicazione di questi modelli, affinata e perfezionata nel tempo in riferimento alle condizioni stagionali ed alle diverse essenze forestali, ha trovato attuazione per lunghi periodi di tempo in molteplici contesti: solamente per citare alcuni casi a titolo di esempio, basti pensare all'applicazione del modello della rinnovazione artificiale posticipata successiva al taglio raso per il tratta-

mento delle fustaie di abete rosso (*Picea excelsa* Link) in molte zone delle Alpi, come la Val di Fiemme in Trentino e di molte formazioni di abete bianco (*Abies alba* Mill.) della dorsale appenninica, in modo particolare di quelle legate alla Abbazia della Toscana (de Philippis 1985, Bernetti 1995). Inoltre, un altro esempio, è l'applicazione del modello della rinnovazione naturale anticipata attuato per il trattamento a tagli successivi dei soprassuoli di faggio (*Fagus sylvatica* L.) in molteplici contesti territoriali sia alpini che appenninici (de Philippis 1985, Hofmann 1991, Bernetti 1995). Riguardo l'applicazione dei modelli di rinnovazione proposti dalla selvicoltura produttiva, va opportunamente posto in evidenza come i medesimi richiedano sempre una "forte" e costante presenza dell'azione antropica e proponano inoltre schematizzazioni alquanto rigide e semplificate.

La selvicoltura naturalistica - i cui principi si sono affermati negli ultimi decenni - modificando le finalità degli interventi gestionali dalla sola funzione produttiva di materiale legnoso al concetto della multifunzionalità delle formazioni boscate, pone l'attenzione al fatto che la perpetuazione dei popolamenti forestali debba avvenire attraverso la rinnovazione naturale, riconoscendo in quella artificiale un eccessivo elemento di "antropizzazione" (Bernetti 1977, Wolynski 1998, Paci 2004). Questo aspetto contribuisce indubbiamente ad avvicinare i processi di rinnovazione alle leggi naturali, ma le modalità tecniche con le quali di norma si procede - esecuzione dei tagli di utilizzazione - sono tali da esercitare ancora una concreta influenza antropica sulle formazioni forestali, influenza più o meno marcata a seconda di quanto la multifunzionalità richiesta ai complessi boscati imponga modifiche di struttura o di composizione specifica.

VALIDITÀ ATTUALE DEI MODELLI DI RINNOVAZIONE DEI POPOLAMENTI FORESTALI

Le considerazioni sulla validità attuale dei modelli di rinnovazione proposti dalla selvicoltura produttiva e da quella naturalistica sono legate essenzialmente al grado di antropizzazione che si vuole mantenere nella gestione selvicolturale delle formazioni boscate. I modelli di rinnovazione proposti dalla selvicoltura produttiva conservano ancora a pieno la loro validità nelle situazioni in cui si voglia mantenere forzatamente massima la funzione produttiva di determinati popolamenti forestali. Ad esempio, la modalità di procedere mediante rinnovazione artificiale posticipata (si prende come riferimento tale modalità in quanto considerata quella dove si manifesta più intensamente l'operato dell'uomo) trova applicazione in alcune formazioni di conifere del Centro-Nord Europa, dove boschi di abete rosso e di pino silvestre (*Pinus sylvestris* L.) conservano ancora vocazioni prettamente produttive e potrebbe trovare applicazione, nel nostro Paese, nelle formazioni appenniniche di douglasia (*Pseudotsuga menziesii* Franco) nel caso in cui a questi popolamenti venisse riconosciuta una importanza gestionale. Inoltre, la validità del modello della rinnovazione artificiale posticipata è pienamente confermata anche nel caso in cui si vogliono mantenere - per motivazioni paesaggistiche, storiche e/o culturali - determinate formazioni forestali che senza l'intervento antropico andrebbero incontro ad un diverso futuro: in questo caso l'esempio va

alle pinete di pino domestico (*Pinus pinea* L.) di molti litorali della Penisola ed alle abetine di Vallombrosa in Toscana, solo per citare il caso noto ai più.

Anche quanto proposto dalla selvicoltura naturalistica, ovvero di mirare essenzialmente alla rinnovazione naturale dei popolamenti forestali, trova ancora piena validità applicativa in tutte quelle realtà - e sono molte - dove la mano dell'uomo si fa sentire meno frequentemente e meno intensamente rispetto al passato: il passaggio, nel volgere di soli pochi decenni, dalla esecuzione nelle peccete montane dei tagli a raso su ampie superfici (con rinnovazione artificiale posticipata) ad interventi di tagli marginali con rinnovazione naturale anticipata rispetto all'asportazione del soprassuolo, rappresenta in molte aree dell'arco alpino l'esempio più diffuso e significativo.

CONSIDERAZIONI SULLA RINNOVAZIONE DEI POPOLAMENTI FORESTALI

Premessa - in ben determinate circostanze - la validità dei modelli di rinnovazione proposti dalla selvicoltura produttiva e dalla selvicoltura naturalistica, si ritiene quanto mai necessario, in un momento come quello attuale, dove la complessità degli ecosistemi forestali è sempre più riconosciuta quale caposaldo fondamentale per la gestione selvicolturale dei medesimi (Ciancio 1991, Ciancio *et al.* 1996, Ciancio 2002), soffermarsi a considerare quali siano le modalità di rinnovazione da porre in atto nell'ottica di una gestione delle formazioni forestali basata sulla conformità alle regole della Natura. I modelli di rinnovazione proposti nel passato hanno con certezza trovato origine e si sono ispirati alle dinamiche naturali che regolano lo sviluppo e la vita delle formazioni boscate (Piussi 1994): nel corso dell'evoluzione delle pratiche selvicolturali però l'azione gestionale antropica sui complessi forestali è divenuta sempre più intensa ed inevitabilmente, indirizzando i processi di rinnovazione, è andata in molti casi a condizionare in maniera intensa anche la conformazione dei soprassuoli sia dal punto di vista della struttura (orizzontale e verticale) che dal punto di vista della composizione specifica. Al riguardo, non è forse necessario porsi una domanda e cercare nell'osservazione di diverse realtà attuali, nella ricerca e nella sperimentazione le risposte alla medesima: al di là dei modelli proposti dalla selvicoltura produttiva e da quella naturalistica, quali sono e quali caratteristiche hanno i processi di rinnovazione che avvengono all'interno dei soprassuoli forestali in assenza dell'azione dell'uomo? Troppo tempo è probabilmente trascorso attuando la ripetuta e prolungata applicazione dei modelli proposti sopra citati per aver conto di come avvengano detti processi: secoli di gestione selvicolturale "forzata", indirizzata a massimizzare la funzione di produzione di materiale legnoso, hanno in molti casi comportato come conseguenza un distacco - più o meno netto - dai processi di rinnovazione propri dei complessi boscati sviluppati solamente secondo le regole dell'ecologia forestale. Nell'ottica di ricercare una "mutata concezione" delle modalità di rinnovazione dei popolamenti forestali, rimangono comunque validi alcuni principi enunciati in epoca passata e che, in sintesi, esprimono il grado di intensità antropica nella gestione selvicolturale dei soprassuoli boscati. L'esempio classico si riferisce alla cosiddetta "legge di Mayr" secondo la quale

la rinnovazione naturale è sempre più o meno sicura in un bosco misto, mentre in un bosco puro è possibile soltanto nell'area dell'ottimo ecologico della specie; allontanandosi dall'ottimo si incontrano difficoltà crescenti, fino a diventare esiziali (Piussi 1981). Da queste considerazioni si ritiene sia doveroso partire per cercare di conoscere e comprendere i meccanismi che stanno alla base dei processi di rinnovazione che avvengono nei soprassuoli forestali in assenza di azioni antropiche e secondo i soli principi dell'ecologia forestale: utili indicazioni in merito si possono ricavare in particolare modo dall'osservazione e dallo studio di quanto avviene all'interno sia dei soprassuoli in evoluzione "naturale" (ovvero nei quali l'azione dell'uomo si è fatta nel tempo sempre meno intensa ed incisiva) sia dei soprassuoli di neoformazione (nei quali – anche in questo caso – l'azione antropica è del tutto marginale). Nel dettaglio, importanti informazioni possono derivare dallo studio sui processi di rinnovazione che avvengono nei boschi all'interno delle Riserve Naturali Integrali: queste aree rappresentano – in vari contesti d'Italia ed interessando molteplici tipologie di soprassuoli forestali – fondamentali laboratori dove poter osservare le dinamiche di rinnovazione senza l'intervento dell'uomo. È certo che l'influenza dell'azione antropica è ancora ben presente, soprattutto in considerazione del fatto che molti dei popolamenti forestali oggi compresi all'interno delle aree a protezione integrale sono stati sottoposti in epoca passata ad intensa attività di utilizzazione e/o sfruttamento e che la "recente" introduzione di tale regime di protezione (la prima Riserva Naturale Integrale d'Italia in ordine di tempo è quella di "Sasso Fratino" in Emilia-Romagna istituita dal Corpo Forestale dello Stato nell'anno 1959) non consente ancora di avere una visione delle modalità di rinnovazione completamente scevra dall'azione dell'uomo: senza dubbio ci vorrà ancora del tempo per poter approfondire le conoscenze, ma la tendenza in aumento nell'istituzione di nuove aree a riserva naturale integrale ed il sempre crescente interesse scientifico sulle medesime sono senz'altro di buon auspicio. Altre utili conoscenze si possono ottenere dallo studio di quanto sta avvenendo in alcune formazioni forestali dell'arco alpino, come ad esempio le faggete all'interno del Parco Nazionale delle Dolomiti Bellunesi, dove, cessate le utilizzazioni legate alla forma di governo a ceduo, si sta verificando uno spontaneo massiccio ingresso dell'abete rosso (Andreatta 2008). Ulteriori conoscenze si possono acquisire da quanto si sta verificando in alcune pinete litoranee dell'alto Adriatico, in modo particolare in quella demaniale di Lido di Volano (Comacchio, provincia di Ferrara) ed in misura minore in quella demaniale di Ravenna, dove nell'iniziale soprassuolo a pineta – pino marittimo (*Pinus pinaster* Ait.) e pino domestico – dapprima in seguito ad interventi selvicolturali, ma successivamente in maniera spontanea, si stanno sempre più diffondendo latifoglie quali leccio (*Quercus ilex* L.), farnia (*Quercus pedunculata* Ehrh.), pioppo bianco (*Populus alba* L.), frassino ossifillo (*Fraxinus oxycarpa* Bieb.) (Andreatta 1998, 2003b). Quelli citati sono solo esempi riportati per esperienza diretta, ma sono molti altri i casi in cui è possibile osservare particolari modalità di rinnovazione che per ora – considerati i "tempi forestali" – forniscono (ed è questo aspetto essenziale della questione qui trattata) interessanti ma fondamentali informazioni prevalentemente sulla composizione specifica dei

futuri soprassuoli: bisognerà ovviamente attendere la crescita e lo sviluppo dei medesimi per poter acquisire ulteriori conoscenze anche sulla loro struttura. Va inoltre evidenziato al riguardo come, consultando la letteratura scientifica, si trovino studi condotti sulla rinnovazione di particolari formazioni forestali (si omette un elenco per questioni di spazio e si rimanda il Lettore a consultazioni specifiche), ma si ritiene che gli stessi non siano ancora così numerosi come l'importanza dell'argomento richiederebbe; per i popolamenti forestali del nostro Paese c'è ancora molto da conoscere sulle modalità di rinnovazione in assenza di azioni antropiche. Questo in considerazione del fatto che gli studi condotti sulle dinamiche evolutive delle formazioni boscate riguardano per lo più realtà del Centro-Nord Europa, dell'Europa orientale o del Nord America (Leibundgut 1960, Schmidt-Vogt 1976, Leibundgut 1978, 1982, Bergeron et al. 1997, AA. VV. 1999, Boncina 2000, Parviainen 2005) anche e soprattutto per il fatto che in queste aree ci sono ancora le formazioni forestali a più elevata naturalità. In sostanza, l'importanza della conoscenza dei meccanismi su cui si basano i processi di rinnovazione all'interno dei popolamenti forestali in assenza di interventi antropici, riveste essenzialmente lo scopo di poter proporre dei modelli gestionali fondati sul concetto della complessità degli ecosistemi forestali e per poter proporre delle modalità di esecuzione anche dei tagli di utilizzazione (cui è strettamente legata la rinnovazione) i quali tengano conto dello sviluppo del soprassuolo in modo conforme alle leggi della Natura. Solo così il Selvicoltore potrà svolgere al meglio il suo fondamentale ed imprescindibile ruolo.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

La selvicoltura produttiva e la selvicoltura naturalistica hanno proposto dei modelli per la rinnovazione dei popolamenti forestali la cui validità attuale è legata essenzialmente al grado di intensità dell'azione antropica nella gestione selvicolturale delle formazioni boscate. La considerazione della complessità degli ecosistemi forestali quale caposaldo fondamentale per la gestione selvicolturale dei medesimi impone delle riflessioni sulle modalità di rinnovazione dei soprassuoli in assenza di interventi antropici. I processi di rinnovazione rivestono un ruolo fondamentale sul futuro del bosco; è al momento della rinnovazione che si vanno infatti a definire la composizione specifica e la struttura (orizzontale e verticale) dell'ecosistema forestale. Di qui l'importanza, nell'ottica di una gestione selvicolturale fondata sui principi della complessità dell'ecosistema forestale, di proporre – attraverso l'osservazione di molte realtà esistenti ed attraverso ricerca e sperimentazione – nuovi modelli anche gestionali (ovviamente con le dovute semplificazioni com'è necessario per modelli che vogliono rappresentare i processi naturali) i quali vadano al di là di quanto proposto ed applicato sino ad ora dalla selvicoltura produttiva e dalla selvicoltura naturalistica, sempre nell'ottica di dare origine a popolamenti il più possibile in equilibrio con l'ambiente naturale. In conclusione, l'operato del Selvicoltore all'interno dei soprassuoli forestali, sia per i tagli di utilizzazione che per le conseguenti modalità di rinnovazione, dovrà essere impostato in maniera tale da conformarsi ed assecondare in pieno le esigenze

dell'ecosistema, tenendo sempre conto di quel delicato equilibrio tra le medesime e le richieste di "fruizione" che provengono dalla collettività.



Foto 1. La rinnovazione artificiale posticipata successiva al taglio raso nelle pinete litoranee di pino domestico (*Pinus pinea* L.) ha consentito - e continua a consentire - il mantenimento di tali formazioni forestali. (Foto archivio Corpo Forestale dello Stato, U.T.B. Punta Marina Terme, Ravenna).

Picture 1. Postponed artificial regeneration, following total saw into coastal pine-woods of stone pine (*Pinus pinea* L.), allowed - and is still allowing - the maintenance of this sort of woods. (Picture from archive of Corpo Forestale dello Stato, C.T.A., P.N.D.B. Feltre - BL).

Photo 1. Le renouvellement artificiel différé, suivant le coupage total dans les pinèdes côtières de pin parasol (*Pinus pinea* L.), a permis - et encore permis - la perpétuation des celles formations boisées. (Photo de l'archive de Corpo Forestale dello Stato, U.T.B. Punta Marina Terme, Ravenna).

SUMMARY

SILVICULTURAL CONSIDERATIONS ABOUT REGENERATION PROCESSES IN WOODS

During its evolution, silviculture has always proposed several models ables to ensure perpetuation of forests. It's to be pointed out that these models as others kinds of proposed solutions (just like postponed artificial regeneration practice) always need a strong and steady human action, counting on strict and simplify schemes. At the present time the complexity of forestal ecosystems is more and more recognized as fundamental stronghold for silvicultural management. It's necessary to consider what are the modalities which allow to regenerate woods without antropic interventions. Human actions can orientate regeneration processes and can influence the future structure of the wood. Useful indications could be taken by observing and by studying the dynamics of the regeneration processes which develop both into woods in natural evolution and into woods in new formation. We can mention several cases noticed in different territorial circumstances. In conclusion, considerations about regeneration in woods emphasize the needing to evaluate the similarity to natural rules of the older silvicultural practices. Examining the real situation, it's possible to propose new models ables to surpass what was proposed and applied till now both by "productive" silviculture and by "naturalistic" one. Obviously these



Foto 2. La rinnovazione naturale di abete rosso (*Picea excelsa* Link) all'interno delle faggete del Parco Nazionale delle Dolomiti Bellunesi costituisce un importante esempio sulle dinamiche evolutive del futuro soprassuolo forestale. (Foto archivio Corpo Forestale dello Stato, C.T.A., P.N.D.B. Feltre - BL).

Picture 2. Natural regeneration of Norway spruce (*Picea excelsa* Link) into beechwoods in Dolomiti Bellunesi National Park is a very important example about future evolutive dynamics in the forests. (Picture from archive of Corpo Forestale dello Stato, C.T.A., P.N.D.B. Feltre - BL).

Photo 2. Le renouvellement naturel de épicéa (*Picea excelsa* Link) dans le boisement de hêtre dans le Parc National de les Dolomiti Bellunesi c'est un exemple très important à propos de les dynamiques évolutives dans l'avenir des peuplements forestiers. (Photo de l'archive de Corpo Forestale dello Stato, C.T.A., P.N.D.B. Feltre - BL).

new models must be simplified if they have to represent natural processes; according to this point of view, they must always generate populations in balance with the environment.

RÉSUMÉ

CONSIDERATIONS SYLVICOLES SUR LES PROCÉDES DE RENOUVELLEMENT DES PEUPELEMENTS FORESTIERS

Au cours de l'évolution de la sylviculture plusieurs modèles ont été proposés afin de garantir la perpétuation des formations boisées. Il faut souligner que ces modèles (par exemple celui du renouvellement artificiel différé) et les autres solutions proposées ont besoin d'une «forte» et costante présence de l'action humaine, et de plus ils proposent toujours des schématisations très rigides et simplifiées. Dans un moment comme ceci, où la complexité des écosystèmes forestiers est de plus en plus connue en tant que point cardinal de la gestion sylvicole, il est nécessaire de considérer les modalités par lesquelles les formations forestières se renouvellent en absence des actions humaines qui, inévitablement, adressent les procédés de renouvellement et en conséquent conditionnent la future structure du boisement. Des renseignements utiles peuvent être obtenus en observant et en étudiant les dynamiques des procédés de renouvellement qui se développent à l'intérieur aussi bien du boisement en évolution naturelle que du boisement de

nouvelle formation; on peut en trouver plusieurs exemples dans de différents territoires boisés. Pour conclure, les considérations sur le renouvellement des peuplements forestiers sont ciblées à remarquer la nécessité d'évaluer la proximité aux règles naturelles des modalités actuelles dans le passé et éventuellement de proposer, à travers l'observation de la réalité, de nouveaux modèles (en tenant compte des simplifications nécessaires pour tous les modèles représentant les procédés naturels) qui puissent être plus efficaces de tous ceux qui ont été proposés et appliqués jusqu'à ce moment dans la sylviculture «productrice» et dans la sylviculture «naturelle», toujours dans la perspective de donner origine à des peuplements qui soient le plus possible en équilibre avec l'environnement.

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV., 1999 – *Virgin forest and forest reserves in Central and East European countries. History, present and future development.* (Diaci ed.), COST E4 Management Committee and Working Group meeting in Ljubljana. University of Ljubljana - Slovenia, p.171.
- Andreatta G., 1998 – *La pineta di Lido di Volano: aspetti vegetazionali e struttura.* Natura & Montagna 45 (2): 20-28.
- Andreatta G., 2003a – *Selvicoltura, Gestione e salvaguardia dei popolamenti forestali.* Professione Montagna 71: 42-50.
- Andreatta G., 2003b – *Le pinete demaniali dell'Alto Adriatico: studio sull'evoluzione dei rimboschimenti eseguiti ad inizio '900.* In: Atti del terzo congresso Società Italiana di Selvicoltura ed Ecologia Forestale, 133-141.
- Andreatta G., 2008 – *La diffusione dell'abete rosso negli ex-cedui di faggio del Parco delle Dolomiti Bellunesi.* Forest@ 5: 265-268.
- Bergeron Y., Harvey B., 1997 – *Basing selvicoltura on natural ecosystem dynamics: an approach applied to the southern boreal mixedwood forest of Quebec.* Forest Ecology and Management (92): 235-242.
- Boncina A., 2000 – *Comparison of structure and biodiversity in the Rajhenav virgin forest remnant and managed forest in the Dinaric region of Slovenia.* Global Ecology and Biodiversity (9): 201-211.
- Bernetti G., 1977 – *La selvicoltura naturalistica nella storia del pensiero forestale.* Annali dell'Accademia Italiana di Scienze Forestali (26): 237-257.
- Bernetti G., 1995 – *Selvicoltura speciale.* U.T.E.T., p. 415.
- Cappelli M., 1982 – *Selvicoltura generale.* Edagricole Bologna, p. 298.
- Ciancio O., 1991 – *La selvicoltura oggi.* L'Italia Forestale e Montana 46 (1): 7-20.
- Ciancio O., 2002 – *Teoria della gestione sostenibile delle risorse ambientali e forestali.* In: Linee guida per la gestione sostenibile delle risorse forestali e pastorali nei Parchi Nazionali – a cura di O. Ciancio, P. Corona, M. Marchetti, S. Nocentini. Accademia Italiana di Scienze Forestali, 13-46.
- Ciancio O., Nocentini S., 1996 – *Il bosco e l'uomo: l'evoluzione del pensiero forestale dall'umanesimo moderno alla cultura della complessità.* In: Il bosco e l'uomo – a cura di O. Ciancio. Accademia Italiana di Scienze Forestali, 21-115.
- de Philippis A., 1985 – *Lezioni di selvicoltura speciale.* C.U.S.L. Firenze, p. 239.
- Hofmann A., 1991 – *Il faggio e le faggete in Italia.* Collana Verde – Corpo Forestale dello Stato, 22-27.
- Leibundgut H., 1960 – *Risultati delle ricerche in foreste vergini europee.* Annali dell'Accademia Italiana di Scienze Forestali (9): 277-287.
- Leibundgut H., 1978 – *Über die Dynamik europäischer Urwälder.* Allgemeine Forstzeitung (33): 686-690.
- Leibundgut H., 1982 – *Europäische Urwälder der Bergstufe.* Verlag Paul Haupt Berna, Stoccarda, p. 306
- Paci M., 2004 – *Problemi attuali della selvicoltura naturalistica.* Forest@ 1 (2): 59-69.
- Parviainen J., 2005 – *Virgin and natural forest in the temperate zone of Europe.* Forest Snow and Landscape Research (79): 9-18.
- Piussi P., 1981 – *Ecologia forestale e selvicoltura generale.* Opera Universitaria Firenze, p. 166.
- Piussi P., 1994 – *Selvicoltura generale.* U.T.E.T. Torino, p. 421.
- Schmidt-Vogt H., 1976 – *Fichtenherkünfte (Picea abies (L.) Karst.) der Bundesrepublik Deutschland.* Allgemeine Forst Jagdzeitung (147): 148-163.
- Wolynski A., 1998 – *Evoluzione storica della selvicoltura naturalistica.* Sherwood – foreste e alberi oggi 4 (11): 5-11.

FUNZIONALITÀ, VULNERABILITÀ E POTENZIALITÀ DEI RIMBOSCHIMENTI DI PINO LARICIO REALIZZATI IN ITALIA MERIDIONALE NEL SECONDO DOPOGUERRA

(*) *Unità di Ricerca per la Selvicoltura in Ambiente Mediterraneo, CRA, Cosenza*

Nel secondo dopoguerra del secolo scorso vennero eseguiti in Italia vasti interventi di rimboschimento. Nel Meridione il pino laricio (*Pinus laricio* Poiret) è stata la specie maggiormente impiegata per la sua rusticità e facilità di attecchimento in terreni di varia natura ed origine, spesso superficiali e poco fertili. Attualmente tali soprassuoli ricoprono circa 36.000 ettari, gran parte dei quali realizzati in Calabria. Essi hanno contribuito a ridurre i rischi di dissesto idrogeologico, hanno svolto un importante ruolo sociale, hanno consentito il recupero ambientale e paesaggistico di vasti territori montani e submontani. Alla fase progettuale e realizzativa degli impianti è però mancata quella della pianificazione forestale che definisse, sia pure per grandi linee, scopi da perseguire e moduli colturali da adottare, determinando problemi di vulnerabilità nei confronti di agenti abiotici e biotici. In futuro, la gestione selvicolturale di questi popolamenti non potrà prescindere da una attenta pianificazione degli interventi, allo scopo di migliorarne la stabilità strutturale e la funzionalità bioecologica e tenere conto delle recenti opportunità offerte dal settore agro-energetico.

Parole chiave: rimboschimenti, pino laricio, funzionalità, vulnerabilità, potenzialità.

Key words: reforestations, calabrian pine, functionality, vulnerability, potentiality.

Mots clés: reboisement, pinus laricio, caractère fonctionnel, vulnérabilité, potentialité.

INTRODUZIONE

Nel secondo periodo post-bellico del secolo scorso si verificarono nel Paese profondi mutamenti sociali ed economici, quale diretta conseguenza dei processi di trasformazione industriale che interessarono molte aree dell'Italia settentrionale. La contemporanea evoluzione che attraversò l'intero settore agricolo determinò una profonda crisi che coinvolse vaste aree meridionali, sia collinari e montane sia di pianura (Tofani, 1961).

Si registrarono diffusi e spesso irreversibili flussi migratori verso le aree maggiormente industrializzate del nord Italia, con conseguente abbandono di estese superfici divenute marginali all'agricoltura. Tale fenomeno, in aggiunta al danno ambientale e paesaggistico determinato dai disboscamenti operati prima e durante il secondo conflitto mondiale, ebbero come conseguenza diretta il peggioramento dello stato di dissesto idrogeologico, che in molte aree meridionali assunse carattere catastrofico in concomitanza di eventi piovosi eccezionali (Foto 1).

Contestualmente, si registrò in quel periodo una crescente domanda interna di legname, a cui si fece fronte ricorrendo ad onerose importazioni dall'estero (Camaiti, 1961).

Si affermò quindi, a livello politico e tecnico, la necessità di programmare, promuovere ed attuare interventi di ricostituzione boschiva che, nel corso degli anni, avrebbero consentito:

- la conservazione del suolo nelle aree morfologicamente svantaggiate;
- la costituzione di soprassuoli forestali in grado di incrementare la produzione legnosa.

Il secondo punto, del tutto innovativo in quel periodo, trovò immediata e concreta risposta anche in quella che venne definita selvicoltura industriale o intensiva o accelerata, inizialmente applicata alla pioppicoltura e alle conifere a rapido accrescimento (Piccarolo, 1961). Si pensò, cioè,

di valorizzare terreni ex-agricoli abbandonati perchè economicamente non redditizi, ma dotati di sufficiente fertilità per garantire in tempi relativamente brevi, con l'impiego di specie forestali idonee, buone produzioni di massa legnosa (Ciancio *et al.*, 1981-1982).

La volontà politica di promuovere ed attuare interventi estensivi di trasformazione fondiaria, che tra le tante iniziative contemplarono anche attività di rimboschimento e di miglioramento dei boschi esistenti, portò ad alcuni dispositivi legislativi, non ultimo l'istituzione della Cassa per il Mezzogiorno, ai sensi della Legge n. 646 del 10 agosto 1950 (Russo e Farina, 1975). Ulteriori incentivi derivarono dall'emanazione delle Leggi Speciali, che consentirono di stanziare fondi da destinare alla forestazione di aree ad elevato rischio erosivo, ma con implicazioni produttive legnose non secondarie.

Nel meridione il pino laricio (*Pinus laricio* Poiret) è stata la specie maggiormente impiegata; ad oggi tali rimboschimenti ammontano a circa 36.000 ettari, quasi tutti realizzati in Calabria, quale conseguenza delle Leggi Speciali n. 1177 del 26.11.1955, n. 980 del 10.07.1962 e n. 437 del 28.03.1968. I motivi della scelta di utilizzare questa specie, autoctona in Calabria e Sicilia, vanno ricercati nelle sue intrinseche peculiarità temperamentali e bioecologiche: rusticità e facilità di attecchimento in terreni di varia natura ed origine, spesso superficiali e poco fertili; accrescimento iniziale elevato, in grado di assicurare una rapida copertura del suolo; resistenza a periodi siccitosi anche prolungati.

Relativamente al territorio calabrese, gran parte dei rimboschimenti di pino laricio sono stati effettuati sui complessi montuosi della Sila e dell'Aspromonte, già abbondantemente ricoperti da pinete naturali.

A distanza di oltre 50 anni dai primi impianti è possibile analizzare le principali problematiche di questa tipologia, che presenta alcuni aspetti comuni a gran parte dei boschi artificiali di conifere realizzati nel meridione.

Al di là delle soluzioni tecniche oggi richieste per ovviare ad esse, non si può disconoscere che le finalità perseguite sin dagli inizi siano state raggiunte. Al pari di quella, non meno importante, relativa alla ricaduta sociale, alleviando di fatto l'emergenza occupazionale in molte aree meridionali, la cui unica fonte di reddito era rappresentata dal settore primario.

Un ulteriore aspetto, non secondario, ha infine riguardato la riqualificazione e valorizzazione paesaggistica dei territori montani e submontani (Foto 2).

Il verificarsi dei mutamenti politici e sociali intervenuti nel frattempo, l'avanzamento della ricerca forestale e le recenti opportunità offerte dal settore agroenergetico, aprono nuove prospettive per questi rimboschimenti, con cui oggi dobbiamo confrontarci dal punto di vista scientifico, programmatico e operativo.

PROBLEMATICHE

Gli interventi nel settore forestale richiedono la formulazione di indirizzi programmatici che definiscano il modulo culturale di riferimento, in funzione delle finalità che si intendono perseguire. L'assenza di pianificazione a qualsiasi livello gerarchico nei territori e per i soprassuoli in esame, che potesse tradursi in Piani di gestione culturale, ha negativamente condizionato lo sviluppo delle pinete artificiali di laricio, accentuandone in molti casi la vulnerabilità abiotica (danni da neve e/o vento, incendi boschivi) e biotica (attacchi di patogeni e di insetti).

Ciò si è tradotto, in primo luogo, nella mancata esecuzione di tagli intercalari allo scopo di regolare, nel tempo e nello spazio, l'ottimale densità degli impianti di laricio (Avolio e Ciancio, 1979; Avolio, 1991) e di assecondare dinamiche evolutive in grado di favorire nei popolamenti la stabilità e l'insediamento della rinnovazione naturale sia di pino, sia di latifoglie autoctone proprie della fascia di vegetazione (Avolio e Bernardini, 2008).

Il basso livello di efficienza, stabilità e resilienza che generalmente contraddistinguono gli ecosistemi forestali semplificati, per numero di specie, varietà di strutture e processi presenti (Nocentini, 2000, 2001), è accentuato dall'eccessiva densità dei soprassuoli. Quest'ultima (Avolio e Bernardini, 1997), per le formazioni artificiali di pino laricio realizzate in Calabria, determinata:

- dall'alto numero di piante ad ettaro messe a dimora nella fase d'impianto;
- dalla notevole capacità di attecchimento della specie;
- dalla sua spiccata attitudine a costituire popolamenti puri e densi anche su terreni poveri o degradati;
- dal basso grado di mortalità registrato fino al raggiungimento dello stadio evolutivo di perticaia;
- dalla mancata esecuzione di regolari e periodici diradamenti.

Tali soprassuoli si caratterizzano, inoltre, per squilibrati incrementi longitudinali rispetto a quelli diametrici, diretta conseguenza dei fenomeni di concorrenza individuale nei confronti del fattore luce.

Uno degli indicatori biometrici maggiormente adottato in Italia e all'estero per stabilire il grado di stabilità meccanica dei soprassuoli forestali all'azione del vento, della neve, o della risultante dei due fattori meteorici, è rappresentato dal rapporto di snellezza, o rapporto H/D (La Marca, 1983).

Diverse indagini sperimentali condotte in soprassuoli di conifere di origine artificiale hanno evidenziato che il valore critico, oltre il quale aumenta considerevolmente il rischio di instabilità, è rappresentato da un valore H/D pari a 75-80 (La Marca, 1984a e 1984b; La Marca *et. al.*, 1993).

In aree sperimentali, localizzate in rimboschimenti di pino laricio della Presila di Cosenza, sono stati determinati valori del rapporto H/D spesso superiori alla soglia critica (Avolio e Bernardini, 2008 *op. cit.*), con aumento della probabilità che si verifichino schianti e/o sradicamenti anche nel caso di eventi meteorici non eccezionali (foto 3).

In assenza di indirizzi di pianificazione forestale, anche il problema degli incendi boschivi assume connotati di emergenza quando il fenomeno è in atto. Non a caso, a vari livelli politico-decisionali, l'approccio al problema è maggiormente rivolto al miglioramento della fase di estinzione. Un organico piano di difesa dovrebbe essere invece finalizzato ad agire sulle cause, enfatizzando cioè la fase di prevenzione, oltre che a ridurre le conseguenze prodotte dal fuoco (Leone, 2003).

I diradamenti e le ripuliture del sottobosco assumono quindi una valenza notevole per mitigare i danni dagli incendi in quanto, riducendo la quantità di biomassa combustibile, abbassano il rischio d'innescio e modificano il comportamento del fenomeno (velocità e modalità di propagazione del fronte di fiamma, persistenza e intensità dell'incendio), da cui dipendono pericolosità e diffusibilità dell'evento (foto 4). Gli effetti degli interventi preventivi sono riscontrabili su tutte le componenti bioecologiche: vegetazione, micro e macrofauna, suolo.

La cause di origine biotica che maggiormente generano problemi di vulnerabilità per i soprassuoli oggetto del presente contributo, sono dovuti alla *Traumatocampa* (= *Thaumetopoea*) *pityocampa* (Denis & Schiff.) e all'*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.

Recenti studi (Palmeri *et al.* 2005) hanno evidenziato che i boschi calabresi maggiormente colpiti dalla processionaria dei pini sono le formazioni pure di origine artificiale di pino laricio (foto 5). Fenomeno probabilmente favorito, negli ultimi anni, dal particolare andamento climatico, caratterizzato da temperature medie autunnali sensibilmente al di sopra delle medie regionali del periodo. Secondo tali Autori le «...ricorrenti pullulazioni del defogliatore possono incidere per il 60% sul ridotto sviluppo in altezza della conifera, mentre i mancati accrescimenti in diametro sono stati valutati nell'ordine del 20-45%» e ne rendono quindi indispensabile la lotta, in accordo a quanto disposto dal D.M. 17.04.1998 riguardante le «*Disposizioni sulla lotta obbligatoria alla processionaria del pino*».

Riguardo l'*H. annosum*, nelle citate aree sperimentali, è stato possibile osservare che le modalità di propagazione del patogeno avviene «a macchia d'olio» (foto 6). La diffusione del fungo da una pianta all'altra è favorita soprattutto dai contatti radicali.

Nelle pinete studiate, che per densità sono caratterizzati dalla presenza di un fitto reticolo di apparati radicali e quindi di un elevato numero di contatti, le possibilità di propagazione del fungo aumenterebbero considerevolmente, interessando in teoria, dopo il manifestarsi dell'infezione, l'intero popolamento (Godone *et al.* 2005).

Nel campo forestale le prospettive future dipendono in larga misura da alcune scelte politiche che, a partire dalla programmazione a livello regionale, dovrebbero successivamente tradursi in Piani di gestione comunali. Limitatamente ai rimboschimenti meridionali di pino laricio, possono prevedersi due possibili scenari, non necessariamente in contrasto tra loro, a cui corrispondono differenti moduli colturali in funzione delle principali finalità da perseguire.

Una prima ipotesi riguarda l'esaltazione della loro funzionalità produttiva e della capacità di fornire, quindi, elevati quantitativi di materiale legnoso in tempi relativamente brevi, propria delle specie forestali a rapido accrescimento. Obiettivo da conseguire in quei terreni rimboschiti poiché ritenuti marginali all'agricoltura, ma in grado di garantire per fertilità buone produzioni. In tal caso la gestione dei soprassuoli posti in piano o nei versanti a lieve pendenza, assumerebbe un carattere più intensivo, a cui corrisponderebbe un algoritmo colturale a maggiore impatto tecnologico. *Condizione sine qua non* sarebbe la facile accessibilità ai popolamenti, in termini di dotazione infrastrutturale (strade e piste forestali), che consentirebbe di impiegare mezzi meccanici negli interventi di diradamento ed esbosco, riducendone i costi (Avolio *et al.*, 1989; Baldini e Spinelli, 1993).

Riguardo la produttività, ricerche condotte dall'Unità SAM di Cosenza in aree sperimentali permanenti, hanno accertato, per soprassuoli di 45-50 anni non diradati e caratterizzati da densità media di circa 1400 piante·ha⁻¹, provvigioni legnose di 900 m³·ha⁻¹, cui corrisponderebbero incrementi medi di 18-20 m³·ha⁻¹·anno⁻¹ (Avolio e Bernardini, 2008 *op. cit.*). Analisi dendroauxometriche effettuate sui dati fin qui rilevati, farebbero ritenere che i turni fisiocratici dei popolamenti siano compresi tra 80 e 90 anni, a seconda delle condizioni orografiche e della fertilità stagionale.

Poiché le notevoli densità iniziali di impianto avrebbero richiesto tagli intercalari precoci già al 10°-15° anno di età (Avolio e Ciancio, 1979 *op. cit.*), nel caso di future piantagioni di pino laricio sarebbero consigliati sesti e distanze iniziali diversi da quelli adottati in passato. E' inoltre possibile ipotizzare, nel corso dell'intero ciclo produttivo, 3-4 interventi di taglio ad intervalli di 15-20 anni. Per i popolamenti esistenti le intensità dei diradamenti vanno studiate caso per caso, in funzione anche delle condizioni pedoclimatiche della stazione.

Le ricerche condotte nell'ultimo decennio, in aree sperimentali sottoposte al secondo e terzo diradamento (Avolio e Bernardini, 2008 *op. cit.*), confermano che la specie risponde bene a tagli intercalari anche di forte intensità, con incrementi della produttività legnosa complessiva e l'ottenimento di soggetti di maggiori dimensioni e qualità.

L'altro scenario è invece rappresentato dalla possibilità, nei versanti a media e forte pendenza, dove si riscontra una carenza delle vie di accesso ai popolamenti, di fare evolvere gli stessi verso ecosistemi forestali naturali. Poiché tali pinete si caratterizzano per una scarsa complessità ecologica, si tratterebbe di innescare in esse processi successionali in grado di favorirne l'evoluzione spontanea verso formazioni più stabili. Gli algoritmi colturali, da definire sperimentalmente e di basso impatto tecnologico, dovrebbero quindi tendere ad aumentarne in modo significativo la complessità strutturale e

la biodiversità e mirare a favorirne nel tempo la rinaturalizzazione, che veda il passaggio da una semplice piantagione arborea ad un bosco vero e proprio.

Prospettiva comune ad entrambe le ipotesi esposte è rappresentata dalla possibilità di utilizzare, a fini energetici, cospicue quantità di materiale legnoso fino a qualche anno addietro inutilizzate. Le biomasse forestali rappresentano, infatti, una risorsa rinnovabile insostituibile per consentire, almeno in parte, il raggiungimento degli obiettivi previsti dagli accordi di Kyoto.

In sostanza, l'utilizzo delle biomasse, consentirebbe l'attivazione della filiera "foresta-legno-energia", ossia quel complesso di attività produttive che investono problematiche legate alla riduzione dell'inquinamento ambientale, alla difesa del suolo e del patrimonio boschivo, alla creazione di nuove opportunità di lavoro, secondo un'ottica di sviluppo sostenibile ed eco-compatibile.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Nel periodo intercorso tra i due eventi bellici, necessità contingenti dovute a situazioni sociali ed economiche difficili hanno determinato in Italia, secondo modalità differenti da zona a zona, la riduzione delle superfici forestali. Il fenomeno, generalmente diffuso in tutto il Paese, ha fortemente interessato le aree meridionali, causando l'insorgenza o l'accentuarsi di fenomeni di dissesto idrogeologico, i cui effetti negativi, pur manifestandosi soprattutto nelle aree più acclivi e più fragili dal punto di vista geomorfologico, hanno interessato di riflesso anche le aree pianeggianti, per gli evidenti danni di natura ambientale e paesaggistica. In definitiva, i profondi mutamenti sociali avvenuti in molte zone interne del Mezzogiorno hanno richiesto interventi programmatici mirati a favorire un riequilibrio territoriale. A volte gli interventi legislativi, emanati a livello nazionale e locale, pur creando condizioni favorevoli al riassetto del territorio, hanno mostrato evidenti carenze nel medio-lungo periodo.

Nel caso dei rimboschimenti di pino laricio, ad esempio, dopo la fase progettuale e realizzativa degli impianti, è mancata quella della pianificazione forestale, in grado di definire, sia pure per grandi linee, scopi da perseguire e moduli colturali da adottare. I tagli intercalari, effettuati tardivamente e su limitate superfici, hanno spesso assunto carattere estemporaneo, venendo il più delle volte a mancare l'adeguata gradualità e continuità degli interventi, presupposti fondamentali ed imprescindibili per una corretta gestione forestale. Tali carenze hanno determinato in questi soprassuoli artificiali, dopo 20-30 anni, l'insorgere di un diffuso stato di vulnerabilità a vari fattori di natura biotica ed abiotica. Attacchi di patogeni e di insetti, danni da neve e/o vento, incendi boschivi, sono oggi le principali problematiche che richiedono soluzioni concrete e improcrastinabili.

La valorizzazione dei rimboschimenti in questione non rappresenta un traguardo irraggiungibile, ma di certo non è favorito dalla mancata definizione, a livello politico-decisionale, delle priorità e delle finalità. Tali pinete, se razionalmente gestite, potrebbero invece esercitare al meglio la loro funzione protettiva, costituire una presenza significativa e armonica nel paesaggio montano meridionale, contribuire a ridurre le importazioni di legno, svolgere un'importante funzione sociale creando nuove opportunità di lavoro.



Foto 1. Fenomeni di erosione sull'Altopiano silano prima degli interventi estensivi di rimboscimento del secondo dopoguerra.



Foto 5. Attacchi di processionaria sulle pinete.



Foto 2. Rimboscimenti di pino laricio di 45 anni.



Foto 3. Schianti in pinete giunte allo stadio evolutivo di perticaia.



Foto 4. Effetti del passaggio del fuoco nelle pinete.



Foto 6. Moria "a macchia d'olio" prodotta nelle pinete da *Heterobasidion annosum*.

SUMMARY

FUNCTIONALITY, VULNERABILITY AND POTENTIALITY OF THE REALIZED REFORESTATIONS OF CALABRIAN PINE IN SOUTHERN ITALY AFTER THE SECOND WORLD WAR

After the Second World War of the past century in Italy they were carried out extended plantations works. In the south Italy the calabrian pine (*Pinus laricio* Poiret) it has been the most used species, for its ability to take root in many difficult conditions. Currently extension of this stand is about 36.000 hectares, in great part established in Calabria. They have reduced the idrogeologic risk, they have carried out an important social role and have improved the landscape and the environment of immense hill and mountain territories. After the realization of these stand, no forest management has been made in order to define purpose and silvicultural operations. All stand are currently vulnerable in order to abiotic (fire, breakages danger) and biotic (*Traumatocampa* (= *Thaumetopoea*) *pityocampa* (Denis & Schiff.) and *Heterobasidion*

annosum (Fr.) Bref.) agent. For the future, the silvicultural management of these stand will not be able to prescind from a planning choice, in order to improve of the structural stability and the bioecological functionality and to hold account of the recent opportunities offered from the agroenergetic field.

RÉSUMÉ

CARACTERE FONCTIONNEL, VULNERABILITE ET POTENTIALITE DU REBOISEMENT DU PIN LARICIO AU SUD DE L'ITALIE APRES LA DEUXIEME GUERRE MONDIALE

Dans la seconde période de l'après guerre du siècle passé, des larges interventions de reboisement vinrent exécutées en Italie. Au sud le *Pinus laricio* Poiret a été l'espèce plus employée pour sa rustique et facilité d'enracinement dans les terrains de différent nature et origine, souvent superficiels et peu fertiles. Actuellement ces bois recouvrent environ 36.000 hectares, la plus part desquels réalisés en Calabre. Les travaux ont contribué à réduire les risques de problèmes hydrogéologique, ils ont eu un important rôle économique et social, ils ont permis la récupération de milieu et du paysage de territoires de colline et de montagne étendus. Mais à la phase du projet et de réalisation des installations il n'y a pas eu la phase de planification forestier qui définit, même si pour grandes lignes des buts poursuivis et des modules cultureux d'adopter, qui ont déterminé des problèmes de vulnérabilité à l'égard des agents atmosphériques (neige et/ou vent), qui ont fait accentuer le risque des incendies des bois; et encore un bas degré de résistance aux attaques de *Traumatocampa* (= *Thaumetopoea pityocampa* (Denis & Schiff.) et de *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.

À l'avenir, la gestion silviculturale de ces reboisements ne pourra pas faire abstractions d'une scrupuleuse planification des interventions, à seule fin d'en améliorer la stabilité structurale et la caractère fonctionnelle bioécologique.

BIBLIOGRAFIA

- Avolio S., Ciancio O., 1979 – *Prove di diradamento e tavola di cubatura per pinete artificiali di pino laricio nella Presila di Cosenza*. Annali Istituto Sperimentale per la Selvicoltura, Arezzo. X: 25-78.
- Avolio S., Baldini S., Spinelli R., 1989 – *Prove di meccanizzazione in diradamenti di pinete artificiali di pino laricio nella Presila di Cosenza*. Annali Istituto Sperimentale per la Selvicoltura, Arezzo. XX: 501-547.
- Avolio S., 1991 – *La gestione dei rimboschimenti di pino laricio in Calabria*. Rivista "Note di Informazione sulla Ricerca Forestale" Istituto Sperimentale per la Selvicoltura, Arezzo. Anno I, 1: 3-6.
- Avolio S., Bernardini V., 1997 – *Prove di diradamento (1° e 2° taglio) con scelta degli alberi d'avvenire per pinete artificiali di pino laricio di Calabria*. Annali Istituto Sperimentale per la Selvicoltura, Arezzo. XXVIII: 9-37.
- Avolio S., Bernardini V., 2008 – *Risultati di prove di diradamento in pinete artificiali di pino laricio*. Annali Centro di Ricerca per la Selvicoltura, Arezzo. 35: 51-60.

- Baldini S., Spinelli R., 1993 – *Primi diradamenti nelle piantagioni di pino laricio della Presila cosentina: risultati di 4 cantieri sperimentali*. Annali Istituto Sperimentale per la Selvicoltura, Arezzo. XXIV: 91-104.
- Camaiti A., 1961 – *La politica dei rimboschimenti e della ricostituzione dei boschi deteriorati*. In: "Atti del Congresso nazionale sui rimboschimenti e sulla ricostituzione dei boschi degradati". Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze. 1-10.
- Ciancio O., Mercurio R., Nocentini S., 1981-1982 – *Le specie forestali esotiche nella selvicoltura italiana*. Annali Istituto Sperimentale per la Selvicoltura, Arezzo. XII-XIII: 1-731.
- Godone D., Garnero G., Gonthier P., Nicolotti G., Rollet I., 2003 – *Applicazioni G.I.S.-G.P.S. in epidemiologia delle malattie forestali*. Atti VII Conferenza Nazionale ASITA, Verona.
- La Marca O., 1983 – *Il problema degli schianti nei boschi. Ricerche sperimentali su alcuni popolamenti di conifere*. Annali Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze. XXXII: 69-114.
- La Marca O., 1984a – *Sulla densità di coltivazione di alcuni soprassuoli di douglasia*. Ricerche Sperimentali di Dendrometria e Auxometria, X: 5-39.
- La Marca O., 1984b – *Risultati dei primi cinque anni di osservazioni su popolamenti di douglasia (Pseudotsuga menziesii Mirb. Franco) sottoposti a prove di diradamento*. L'Italia Forestale e montana, XXXIX (6): 333-349.
- La Marca O., Scotti R., Semerari P., Tomaiuolo M., Torrini L., Ceccotti A., 1993 – *Ulteriori indagini sugli schianti in boschi di abete bianco*. L'Italia Forestale e montana, XLVIII (2): 63-82.
- Leone V., 2003 – *Pianificazione antincendio nella regione mediterranea*. Atti IV Congresso S.I.S.E.F "Meridiani Foreste", Rifreddo (PZ). 7-10.
- Nocentini S., 2000 – *La rinaturalizzazione dei sistemi forestali: Aspetti concettuali*. L'Italia Forestale e montana, (4): 211-218.
- Nocentini S., 2001 – *La rinaturalizzazione come strumento di recupero dei sistemi forestali semplificati nell'Italia Meridionale*. L'Italia Forestale e montana, (5): 344-351.
- Palmeri V., Pulvirenti A., Zappalà L., 2005 – *La processionaria dei pini nei boschi della dorsale appenninica della Calabria*. Forest@ 2(4): 345-357 [online] URL: <http://www.sisef.it/>
- Piccarolo G., 1961 – *Note sulla coltura accelerata di resinose a rapido accrescimento*. In: "Atti del Congresso nazionale sui rimboschimenti e sulla ricostituzione dei boschi degradati". Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze. 409-470.
- Russo C., Farina G., 1975 – *Il progetto speciale per interventi di forestazione produttiva nel Mezzogiorno*. Annali dell'Accademia Italiana di Scienze Forestali. XXIV: 447-460.
- Tofani M., 1961 – *L'economia dei rimboschimenti e della ricostituzione dei boschi deteriorati*. In: "Atti del Congresso nazionale sui rimboschimenti e sulla ricostituzione dei boschi degradati". Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze. 11-26.

STRUTTURA DELLE PINETE DI LARICIO DELL'ETNA: IL CASO DELLA PINETA RAGABO

(*) GESAF, Università Mediterranea di Reggio Calabria

(**) DiSAFRi, Università della Tuscia, Viterbo

La struttura dei popolamenti forestali è la risultante delle interazioni tra fattori bioecologici e attività antropica ed è un importante elemento per l'analisi e la gestione degli ecosistemi forestali. Lo studio della struttura consente di valutare gli effetti della gestione sul bosco e rappresenta il punto di partenza per la definizione di appropriate modalità d'intervento in grado di migliorare e promuovere la complessità strutturale dei popolamenti e l'efficienza funzionale del sistema. La pineta Ragabo è stata da sempre gestita con il taglio a scelta (Pirola e Zappalà, 1960; Patrone, 1964) con "l'eliminazione a scelta delle piante aventi più elevata statura e maggiori dimensioni diametriche, trascurando del tutto i diradamenti". A partire dal 1947 sono state introdotte forme di utilizzazione basate su: (i) taglio raso con riserva di 50-60 piante a ettaro; (ii) taglio a buche di 1000 - 2000 m² di superficie. Questi interventi non hanno, però, interessato tutta la superficie della pineta. L'analisi strutturale è stata condotta nella pineta pura per secoli sottoposta a taglio a scelta, mediante la realizzazione di *transect* e l'applicazione degli indici di struttura di Latham e Winkelmass, con l'obiettivo di valutare gli effetti della gestione sulla struttura e sulla dinamica evolutiva della pineta e di formulare linee guida per la gestione sostenibile e la conservazione della biodiversità di queste formazioni. I risultati delle analisi condotte evidenziano come il taglio a scelta contribuisca a conservare la pineta di laricio pura a struttura complessa e con essa il tipico paesaggio dell'Etna.

Parole chiave: pinete di laricio, strutture, gestione.

Key words: Calabrian pine forests, structural types, management.

Mots clés: forêts de pin de Calabre, types structurales, gestion.

1. INTRODUZIONE E FINALITÀ DELLA RICERCA

Il pino laricio (*Pinus laricio* Poiret) è una delle più importanti specie forestali della Sicilia. Secondo i dati dell'Inventario delle Foreste e dei Serbatoi di Carbonio (2005) interessa una superficie di 5654 ha, l'87% dei quali sono allo stato puro e si trovano concentrati per la maggior parte sull'Etna a quote comprese tra 1000 e 2000 metri. La pineta di Linguaglossa (pineta Ragabo), con una superficie di 1178 ha (Patrone, 1964), ne costituisce il nucleo principale. Alle quote inferiori al pino laricio si associano il castagno (*Castanea sativa* Mill.) e la roverella (*Quercus pubescens* Willd. = *Q. lamuginosa* Thuil.); verso l'alto il faggio (*Fagus sylvatica* L.) e il pioppo tremulo (*Populus tremula* L.) e, ai limiti superiori della vegetazione forestale, la betulla dell'Etna (*Betula pendula* Roth. var. *aetnensis* Raf.).

Si tratta di boschi che, oggi, hanno una grande valenza dal punto di vista botanico-vegetazionale, selvicolturale, storico-culturale, economico e turistico-paesaggistico. Nel passato sono stati utilizzati dalle colonie della *Magna Graecia*, i tronchi servivano per la costruzione delle navi e la pece per la loro scalfatura. La pineta Ragabo è stata riserva di caccia per i nobili che qui hanno abitato, ha fornito attraverso l'istituto dell'uso civico il materiale necessario per la costruzione delle abitazioni nei numerosi paesi che sorgono alle falde dell'Etna.

Si trattava di una gestione che, come affermava Patrone (1964), per la lontananza dai centri abitati e la mancanza di strade, era basata essenzialmente sul taglio a scelta, un trattamento che permetteva di selezionare le piante che erano idonee alle esigenze e di prelevare solamente ciò che era strettamente necessario.

Nel caso delle pinete poste oltre 1500-1600 m di quota, questo tipo di gestione si è protratto fino alla metà del secolo scorso, consentendo il mantenimento della pineta pura. Alla fine della seconda guerra mondiale la costruzione di una strada che da Linguaglossa porta fino a Piano Pernicana, ha favorito utilizzazioni di forte intensità, spesso riconducibili al taglio raso con riserve, oppure con modalità assimilabili al taglio a schiumarola e/o a strisce.

Le conseguenze dell'applicazione di queste forme di trattamento sono molto differenti e hanno condotto la pineta ad assumere due differenti tipologie strutturali: (i) bosco puro di pino laricio, disetaneo a struttura complessa dove è stato applicato il taglio a scelta; (ii) bosco puro di pino laricio a struttura coetanea e di tipo monoplano con rinnovazione di latifoglie.

In questo quadro di riferimento, il presente lavoro ha analizzato le strutture complesse dei popolamenti forestali originatesi a seguito dell'applicazione del taglio a scelta, che ha consentito, da un lato il mantenimento della pineta pura di laricio, dall'altro la produzione di beni e servizi materiali e immateriali necessari per le popolazioni dei paesi dell'Etna.

Nella descrizione dei popolamenti è stata posta particolare attenzione alle caratteristiche della struttura, in quanto essa è strettamente legata alle interazioni tra fattori bioecologici e attività antropica. Inoltre, essa è un elemento importante per l'analisi e la gestione degli ecosistemi forestali. La sua conoscenza permette di analizzare l'eterogeneità spaziale di questi boschi e la dinamica temporale della vegetazione e dei *gaps*, di valutare i fattori che condizionano l'inserimento e l'affermazione della rinnovazione e di definire le esigenze di nicchia della fauna selvatica (Bouchon,

1979, James e Shugart, 1970, Mac Arthur e Mac Arthur, 1961, Runkle, 1991, Ciancio *et al.*, 2005). In sintesi, lo studio della struttura permette di individuare e definire lo stadio evolutivo del bosco e il grado di complessità del sistema (Ciancio e Nocentini, 1994, Pignatti, 1998), ritenuto un elemento distintivo delle grandi successioni delle foreste (Spies e Franklin, 1991).

In termini gestionali l'analisi dei diversi tipi strutturali consente di valutare gli effetti degli interventi selvicolturali che negli anni si sono succeduti nel bosco e rappresenta il punto di partenza per la definizione di modalità di gestione capaci di migliorare e promuovere la complessità strutturale e l'efficienza funzionale dei sistemi forestali.

2. MATERIALI E METODI

Lo studio è stato condotto nel bosco Ragabo (Comune di Linguaglossa - Catania) sul versante nord-orientale dell'Etna, a quote comprese tra 1500 e 1750 m. Attualmente quest'area ricade nella zona B del Parco Regionale dell'Etna.

Per l'inquadramento climatico dell'area di studio sono stati utilizzati i valori di temperatura e precipitazioni registrati nella stazione Rifugio Conti, a 1589 m s.l.m. (Santocono, 1976). Sulla base di queste osservazioni, la temperatura media annua è di 8,3°C, e le precipitazioni, pur presentando il tipico regime mediterraneo, raggiungono 1200 mm annui; il periodo arido ha una durata di circa tre mesi e risulta significativamente attenuato dalle precipitazioni occulte, piuttosto ricorrenti anche durante il periodo estivo.

Secondo la classificazione fitoclimatica di Pavari, l'area rientra nella zona del *Fagetum*, sottozona calda con transizione verso quella fredda e, secondo Schmidt, nel cingolo *Fagus-Abies (F.A.)* (Santocono, 1976). Il bioclimate, secondo Rivas Martinez (1987), è supramediterraneo umido. L'indice di aridità di De Martonne per la stazione di Linguaglossa è tra 30 e 45 e la zona è da considerare umida.

Dal punto di vista geologico l'area è interessata da colate laviche dell'ellittico (Mongibello antico, Pleistocene) (Romano *et al.*, 1979), da cui hanno avuto origine suoli riferibili, secondo la Soil Taxonomy, all'associazione dei regosuoli, litosuoli e suoli bruni andici (Fierotti, 1988); caratteristico dell'area di studio è anche il continuo apporto di ceneri e lapilli dovuto all'attività vulcanica, che indiscutibilmente favorisce la presenza del pino laricio.

La struttura è stata studiata mediante l'analisi di tre *transect* di forma rettangolare e superficie di 1000 m² (50×20 m), rappresentativi delle condizioni medie della pineta disetanea oggetto di studio. In ciascuno di essi, mediante le coordinate polari riferite a un vertice del *transect*, è stata rilevata la posizione di tutte le piante, ne è stato misurato il diametro a 1,30 m da terra, a partire da una soglia minima di cavallettamento di 2,5 cm, l'altezza totale e quella di inserzione della chioma. Di questa sono stati misurati anche i quattro raggi utilizzati per il calcolo del grado di copertura e di insidenza. Inoltre, da tutte le piante è stata prelevata, a 1,30 m da terra, una carotina per la determinazione dell'età convenzionale.

Per quanto riguarda i rilievi sulla rinnovazione, all'interno di ogni *transect* (piante che non raggiungevano il diametro di 2,5 cm a 1,30 m da terra) è stato contato il numero delle piantine presenti, distintamente per specie, ne è stata misurata l'altezza e sono state localizzate sul terreno.

All'interno dei *transect* sono stati condotti rilievi di dettaglio sulla necromassa a terra (*Coarse Woody Debris*) mediante l'applicazione del metodo di campionamento per intersezione lineare (*Line Intersect Sampling*) (Van Wagner, 1968; Corona, 2000). In ogni *transect* sono stati tracciati quattro allineamenti lineari, ciascuno di 50 m di lunghezza, ed è stato misurato il diametro del materiale legnoso a terra con diametro uguale o superiore a 2,5 cm, che intersecava l'allineamento. Dai dati così rilevati è stato determinato il volume di ogni segmento lineare e il volume complessivo a ettaro.

Per la rappresentazione grafica della struttura dei popolamenti (profilo verticale, vista prospettica e proiezione orizzontale delle chiome) e per il calcolo del grado di copertura è stato utilizzato il software SVS (Stand Visualization System-USDA Forest Service, 1999). Per la caratterizzazione della struttura verticale è stato utilizzato l'indice di Latham (Latham *et al.*, 1998), mentre per la descrizione di quella orizzontale è stato applicato l'indice UAI di Winkelmass (*Uniform Angle Index*) (Von Gadow *et al.*, 1998; Aguirre *et al.*, 2003; Corona *et al.*, 2005) calcolato con il software NBSI (*Neighbourhood Based Structural Indices*).

3. RISULTATI E DISCUSSIONE

Nella Tabella 1 sono riportati i principali parametri dendrometrici della pineta disetanea oggetto di studio. Mediamente il soprassuolo è costituito da 1000 piante ad ha⁻¹, il 50% delle quali ha diametro uguale o superiore a 17,5 cm e produce la maggior parte dell'area basimetrica e del volume. Complessivamente l'area basimetrica risulta di 67,73 m² ha⁻¹ e il volume di 728,3 m³ ha⁻¹.

L'altezza media (18,1 m) è condizionata dall'elevato numero di piante con diametri piuttosto limitati per cui differisce in modo significativo dall'altezza dominante e dalla statura. Queste ultime presentano valori elevati e non molto differenti fra di loro (circa 32 m). La struttura somatica è estremamente eterogenea anche su piccole superfici.

La distribuzione di tutte le piante in classi di diametro di 3 cm evidenzia un andamento decrescente all'aumentare del diametro (Figura 1). Considerando le piante a partire dalla classe di 17,5 cm, si osserva una distribuzione caratterizzata da gruppi di piante giustapposti di differenti dimensioni. E', infatti, evidente la presenza di seconda moda in corrispondenza delle classi diametriche di 42-45 cm.

Le piante presentano in genere fusti cilindrici, quasi sempre privi di evidenti malformazioni, anche se non mancano esemplari biforcati o con fusto piegato. La chioma è raccolta in alto e sufficientemente densa. Il fusto nelle piante adulte è privo di rami secchi fino ad altezze elevate. Il sottobosco, sparso in maniera non uniforme, è costituito soprattutto da graminacee. Il *range* di variazione dell'età convenzionale varia tra 20 e 115 anni. Sulla base dei rilievi effettuati è stato possibile distinguere 20 classi di età, di ampiezza pari a 5 anni. Le frequenze più elevate si osservano nelle classi di diametro di 90, 75 e 40 anni (Figura 2).

Dall'analisi dei dati emerge anche come piante di dimensioni molto modeste abbiano età superiori a 20 anni, così come la maggior parte di quelle che non raggiungono la soglia minima di cavallettamento, a testimonianza che il processo di rinnovazione si è praticamente bloccato a seguito dell'elevata densità del soprassuolo.

Nella pineta sono presenti numerosi gruppi di novellame costituiti quasi esclusivamente da pino laricio. Sono localizzati in alcuni casi sotto copertura delle piante più grandi la cui chioma è inserita molto in alto oppure al limite della proiezione delle chiome delle piante adulte e nei piccoli vuoti che si sono creati a seguito del taglio. In nessun caso si osserva novellame nelle radure e nelle chiarie di dimensioni piuttosto elevate, dove l'illuminazione superiore è molto forte. La presenza di piantine di betulla, faggio e roverella è sporadica e subiscono la forte concorrenza del pino che in breve tempo le porta alla morte.

All'interno della pineta è presente anche una discreta quantità ($7,5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) di necromassa a terra, dovuta essenzialmente alla sospensione degli interventi colturali, alla forte competizione tra le piante di minori dimensioni e all'incidenza di fattori di natura meteorica (passaggio del fuoco, neve). Si tratta prevalentemente di materiale di piccole dimensioni (dai 3 ai 6 cm di diametro), in via di decomposizione ed in parte sono ricoperto dai lapilli e dalle ceneri vulcaniche delle eruzioni più recenti.

Nella Figura 3 è riportata la vista prospettica, la proiezione sul terreno e il profilo verticale della pineta. Dai dati raccolti emerge come il grado di copertura è mediamente elevato, variabile, a seconda delle aree, dal 76 all'85%.

L'indice di Latham evidenzia una struttura complessa, caratterizzata da una distribuzione delle piante nello spazio verticale molto articolata. Il profilo risulta costituito da otto strati, di cui i primi quattro ben distanziati tra loro (Figura 4). Nell'ambito di quelli inferiori, invece, le differenze sono, a volte, piuttosto modeste. Più in particolare, si può osservare come il primo strato, con solo il 20% del numero di piante, assicura quasi il 76% dell'area basimetrica di tutto il popolamento. Considerando i primi quattro strati, il numero di piante aumenta al 52% che, però, in termini di area basimetrica rappresentano quasi il 95% di quella complessiva del soprassuolo. Ne consegue, quindi, che il contributo in termini di area basimetrica degli strati inferiore è praticamente trascurabile.

L'indice di Winkelmass mette in risalto una prevalenza di una distribuzione delle piante sul terreno di tipo casuale (53%), seguita da quella a gruppi (33%), mentre quella di tipo regolare è presente solamente in 14 casi su 100 (Figura 5).

Nel complesso, quindi, i rilievi hanno evidenziato, già su superfici modeste (1000 m^2) la presenza di una struttura complessa, caratterizzata da più strati sia fra loro sovrapposti sia giustapposti, in numero ben superiore a quello che comunemente si ritiene possa caratterizzare un popolamento edificato da specie eliofile. In questo contesto l'indice di Latham si è dimostrato particolarmente utile per evidenziare questa situazione. In particolare, ha evidenziato la presenza di una complessa stratificazione verticale che trae la sua origine dalla gestione attuata nel passato, basata sull'applicazione, quale forma usuale di trattamento, del taglio a scelta, sull'assenza di interventi di sfollamento e/o diradamento durante il ciclo colturale.

L'applicazione del taglio a scelta ha consentito la perpetuazione di una struttura complessa, qual è ancor oggi la pineta di laricio del bosco Ragabo, fatto questo particolar-

mente importante in una realtà come quella del Parco dell'Etna, istituito anche per proteggere questa interessante formazione forestale. La presenza quasi esclusiva di novellame di pino laricio all'interno di queste strutture complesse evidenzia in modo inequivocabile tale tendenza. Il taglio a scelta è lo strumento che consente di determinare condizioni ottimali che favoriscono la rinnovazione del pino in purezza, senza modificare, in modo irreversibile, la capacità di resilienza del sistema bosco.

Il trattamento a scelta, da sempre applicato nella gestione di questi boschi, ha lasciato tracce positive ben evidenti. Ha consentito di perpetuare soprassuoli puri a struttura complessa che, oltre a possedere un indubbio valore storico e paesaggistico, rappresentano un grande contenitore di complessità e biodiversità.

4. CONCLUSIONI

Il bosco Ragabo, sottoposto nel passato e fino alla sua inclusione nel Parco Regionale dell'Etna a una gestione basata sul taglio a scelta e sui prelievi effettuati nell'ambito degli usi civici concessi alle popolazioni dei paesi dell'Etna, ha conservato nel tempo due importanti peculiarità: (i) un elevato grado di purezza, (ii) una struttura complessa molto più articolata di quello che comunemente si ritiene possa avvenire in un popolamento costituito da specie eliofile.

Questa modalità di trattamento, legata nel passato a condizioni particolarmente difficili di esbosco per l'assenza di strade e per la lontananza dai centri abitati, oggi opportunamente rivisitata alla luce delle maggiori e più approfondite conoscenze di ordine bio-ecologico e selvicolturale (Ciancio *et al.*, 2004), potrebbe svolgere un ruolo importante nella conservazione e valorizzazione di una delle formazioni forestali più importanti dal punto di vista vegetazionale, bio-ecologico, selvicolturale e storico-culturale del Parco Regionale dell'Etna.

La conservazione della pineta pura e della struttura complessa contribuisce non solo a mantenere elevata la biodiversità, così come richiesto dalla gestione forestale nelle aree protette, ma trova una propria motivazione anche nella conservazione del paesaggio forestale peculiare di un territorio montano unico nel suo genere come è appunto l'Etna. Infatti, la biodiversità non è solo legata al numero di specie presenti ma anche, e soprattutto, alla diversità di strutture e processi che sono presenti a diverse scale spazio-temporali (Ciancio *et al.*, 2005).

Questo lavoro fornisce indicazioni sulla base delle quali è possibile adottare modalità di trattamento in grado di coniugare la necessità di conservazione della diversità biologica con l'opportunità di conservare le tradizioni locali e il paesaggio. Conservare il paesaggio con gli interventi derivanti dalla tradizione locale e allo stesso tempo intraprendere azioni che migliorino le condizioni ecologiche e la complessità ecosistemica del paesaggio stesso, diventa così un importante obiettivo da raggiungere. In conclusione, appare evidente che la conservazione di un territorio non può basarsi su azioni prefissate e codificate che tendono a forzare il sistema e che non tengono conto della sua naturale evoluzione ed efficienza ecologica.

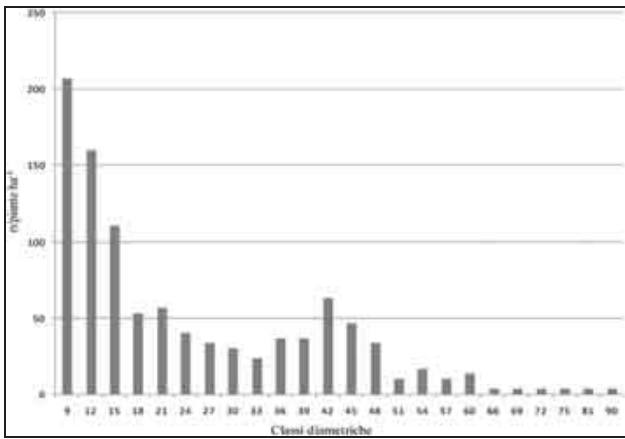


Figura 1. Distribuzione delle piante in classi di diametro.
 Figure 1. Tree Distribution in Diameter Classes.
 Figure 1. Distribution des plantes entre classe de diamètre.

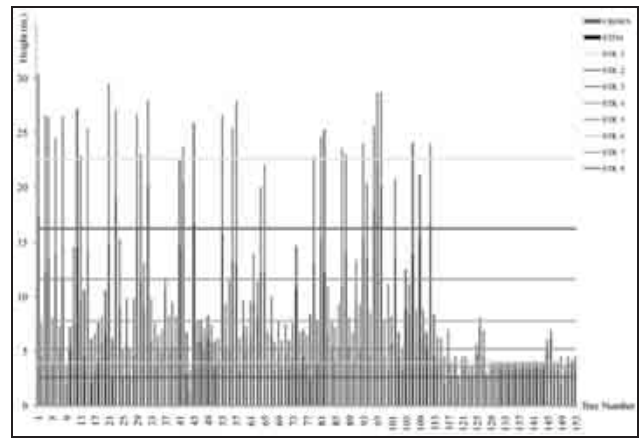


Figura 4. Profilo verticale del soprassuolo ed individuazione degli strati.
 Figure 4. Stand vertical profile and layers individuation.
 Figure 4. Profil vertical du peuplement et individuation des strates.

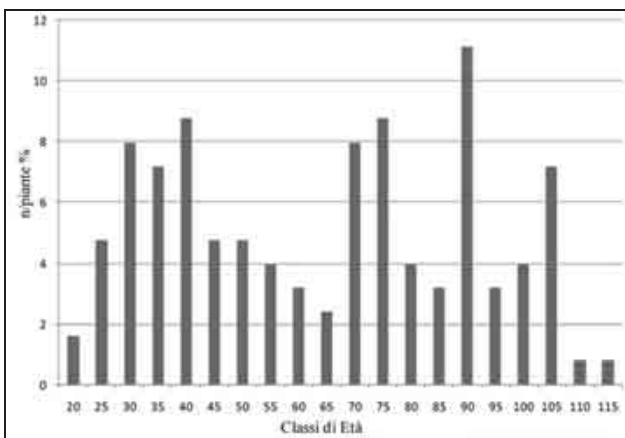


Figura 2. Distribuzione delle piante in classi di età.
 Figure 2. Tree Distribution in Age Classes.
 Figure 2. Distribution des plantes entre classe des âges.

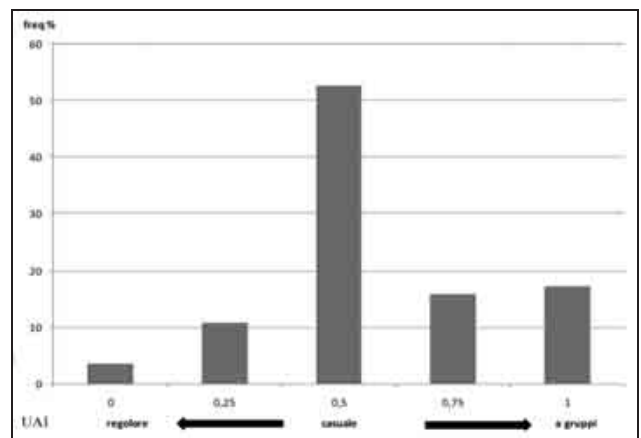


Figura 5. Distribuzione dei valori dell'indice di Winkelmass (UAI).
 Figure 5. Winkelmass Index (UAI) Values Distribution.
 Figure 5. Distribution des values du indice de Winkelmass (UAI).

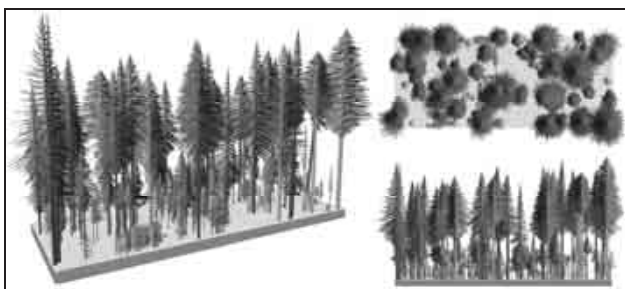


Figura 3. Transect di struttura.
 Figure 3. Structure Transect.
 Figure 3. Transect de structure.

Numero di piante ha ⁻¹	1000
Area basimetrica ha ⁻¹ (m ²)	67,73
Volume ha ⁻¹ (m ³)	728,3
Diametro medio (cm)	29,4
Altezza media (m)	18,1
Statura (m)	31,74

Tabella 1. Parametri dendrometrici.
 Table 1. Dendrometric Parameters.
 Tableau 1. Paramètres dendrométriques.

SUMMARY

STAND STRUCTURE OF ETNA CALABRIAN PINE FORESTS: THE RAGABO PINE FOREST CASE

Forest stand structure is the result of the interactions between bio-ecological factors and human activity and it is an important element to analyze and manage forest ecosystems. Structure study allows to evaluate the effects of the management on the forest and represents the starting point to define appropriate modalities of intervention, able to ameliorate and promote the stand structure complexity and the system functional efficiency. The Ragabo Calabrian pine forest has been always managed with the selection cut (Pirola e Zappalà, 1960; Patrone, 1964), "selecting the trees with the greatest stature and diametric dimension to eliminate, completely overlooking the thinning". Since 1947 two forms of utilization were introduced. They were based on (i) clear cutting with 50-60 seedtrees/hectare releasing; (ii) clear cutting on small patches with 1000 - 2000 m² of surface. These interventions, however, had not interested the whole surface of the pine forest. Structure analysis has been conducted in the pure pine forest, subjected for centuries at selection, by structure transects and by the application of the Latham and Winkelmass structural indices, with the aim to assess the management effects on the structure and on the evolutionary dynamics of the pine forest and to formulate guidelines for the sustainable management and the biodiversity conservation of these stands. The results of the conducted analysis point out that the selection contributes to keep the pure Calabrian pine forest with complex structure and, with it, the typical landscape of Etna.

RÉSUMÉ

STRUCTURE DES PINEDES DE PIN DE CALABRE DE L'ETNA: LE CASE DE LA PINEDE RAGABO

La structure des peuplements forestiers est le résultat des interactions entre les facteurs bioécologiques et les activités anthropiques et, en plus, elle est un élément important pour l'analyse et la gestion des écosystèmes forestiers. L'étude de la structure consente d'évaluer les effets de la gestion en bois et représente le point de départ pour la définition de convenables méthodes d'intervention qui permet d'améliorer et de encourager la complexité structurale des peuplements et d'améliorer l'efficacité fonctionnelle du système. La pinède Ragabo a été exploitée à "coupe au choix" (Pirola e Zappalà, 1960; Patrone, 1964) avec "l'élimination au choix des plantes qui ont les majeurs dimensions, en négligeant les éclaircissage". À partir du 1947 on a introduit de nouvelles formes d'utilisation basées sur: (i) coupe rase avec 50-60 baliveaux par hectare; (ii) coupe a trou (system de sélection pour petits groupes) avec surface de 1000 - 2000 m². Ces traitements n'ont pas intéressé toute la surface de la pinède. L'analyse de la structure a été réalisé dans la pinède pure conduite pendant des siècles à "coupe au choix", par des transects de structure et par l'application des indices de structure de Latham et Winkelmass, avec l'objectif

d'évaluer les effets de la gestion sur la structure et sur la conservation de la biodiversité de ces peuplements. Les résultats des analyses conduites surlignent que le "coupe au choix" conserve la pinède de pin laricio de Calabre pure et à structure complexe et aussi le paysage typique de l'Etna.

BIBLIOGRAFIA

- Aguirre O., Hui G., Von Gadow K., Jimenez J., 2003 – *An analysis of spatial forest structure using neighbourhood-based variables*. Forest Ecology and Management 183: 137-145.
- Bouchon J., 1979 – *Structure des peuplements forestiers*. An. Sci. For. 36, 175-209.
- Ciancio O., Iovino F., Menguzzato G., Nicolaci A., Nocentini S., 2004 – *Il "taglio a scelta a piccoli gruppi" nelle pinete di laricio in Sila*. L'Italia Forestale e Montana, 59 (2): 81-98.
- Ciancio O., Iovino F., Menguzzato G., Nicolaci A., 2005 – *Analisi strutturale e modalità di gestione delle pinete di laricio in Sila*. L'Italia Forestale e Montana, 60 (4): 521-539.
- Ciancio O., Nocentini S., 1994 – *La gestione forestale nelle aree protette*. Linea Ecologica, XXVI (6): 10-13.
- Corona P., D'Orazio P., Lamona A., Portoghesi L., 2005. *L'indice Winkelmass per l'inventariazione a fini assestamentali della diversità strutturale di soprassuoli forestali*. Forest@2 (2): 225-232.
- Corona P., 2000 – *Introduzione al rilevamento campionario delle risorse forestali*. Cusl, Firenze.
- Fierotti G., 1988 – *Carta dei suoli della Sicilia. Scala 1:250.000*. Regione Siciliana, Università degli Studi di Palermo.
- INFC, 2005. – *Linee generali del progetto per il secondo inventario forestale nazionale. Inventario nazionale delle foreste e dei serbatoi forestali di carbonio*. MiPAF - Ispettorato generale del Corpo Forestale dello Stato, CRA - ISAFSA, Trento, 57 pp.
- James F.C., Shugart H.H., 1970 – *A quantitative method of habitat description*. Audubon Field Notes 24: 727-736.
- Latham P.A., Zuuring H.R., Coble D.W., 1998 – *A method for quantifying vertical forest structure*. Forest Ecology and Management 104: 157-170.
- Mac Arthur R.H., Mac Arthur J.W., 1961 – *On bird species diversity*. Ecology 42: 594-598.
- Patrone G., 1964 – *Piano di Assestamento dei boschi del Comune di Linguaglossa per il decennio 1963-1972*. Tip. Coppini, Firenze.
- Pignatti S., 1998 – *I boschi d'Italia. Sinecologia e biodiversità*. UTET, Torino
- Pirola A., Zappalà G., 1960 – *La foresta a Pinus laricio Poir. di Linguaglossa (Sicilia)*. Boll. Ist. Bot. Università di Catania, serie 2, 3: 1-34.
- Rivas Martinez S. 1987 – *Introduccion. Nociones sobre Fitosociologia, Biogeografia y Bioclimatologia*. In: Peinado M., Rivas Martinez S. (ed.), La vegetacion de España. 1- 45. Alcala de Henares.
- Romano R., Sturiale C., Lentini F., 1979 – *Carta geologica del Monte Etna. Scala 1:50.000*. Istituto internazionale di vulcanologia-C.N.R., Catania.
- Runkle J.R., 1991 – *Gap dynamics of old-growth eastern forests: Management implications*. Nat. Areas J. 11: 19-25.

- Santocono A., 1976 – *Cenosi arboree forestali e fasce di vegetazione di E. Schmid sul massiccio dell'Etna*. Monti e Boschi, 27 (4): 29-40.
- Spies T.A., Franklin J.F., 1991 – *The structure of naturale, young mature, and oldgrowth Douglas-fir forests in Oregon and Washington*. In: «Wildlife and vegetation of unmanaged Douglas-fir Forests», a cura di Ruggiero L.F., Aubry K.B., Carey A.B., Huff M.M., (Eds.). USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. PNW -285, Pacific Northwest Res. Stn, Portland, OR: 91-121.
- Van Wagner C.E., 1968 – *The pine intersect method in forest fuel sampling*. Forest Science 14: 20-26.
- Von Gadow K., Hui G.Y., Albert M., 1998 – *Das Winkel-mass-ein Struktur parameter zur Beschreibung der Individualvertei*.

RETE NATURA 2000 IN EMILIA-ROMAGNA: LA CARTA DEGLI HABITAT. GLI HABITAT FORESTALI DI INTERESSE COMUNITARIO

(*) Servizio Parchi e Risorse Forestali, Regione Emilia-Romagna, Bologna

Il Servizio Parchi e Risorse forestali della Regione Emilia-Romagna (2007) ha pubblicato uno strumento di navigazione cartografica (<http://www.regione.emilia-romagna.it/natura2000/indice/gisweb.html>) che consente la consultazione *on line* delle banche dati geografiche riguardanti il sistema regionale di tutela del patrimonio naturale.

Lo strumento visualizza la rete dei parchi naturali e dei siti Natura 2000 (SIC e ZPS), estesa su circa il 13% della superficie regionale per quasi 3000 kmq, e mette in evidenza la Carta degli habitat di interesse comunitario, risultato delle indagini di individuazione, localizzazione e rappresentazione degli ambienti naturali di maggior interesse per la conservazione, condotte su ben 71 tipi dei quali 21 forestali. Contestualmente, è resa disponibile la descrizione specifica degli habitat, corredata di alcune considerazioni a carattere gestionale, consultabile sul manuale allegato *Gli habitat d'interesse comunitario segnalati in Emilia-Romagna* pubblicato al sito http://www.regione.emilia-romagna.it/natura2000/download/testoRER_habitat_natura_2000.pdf.

La Carta Habitat dell'Emilia-Romagna è quindi una finestra virtuale spalancata sulla natura, pensata per gli addetti ai lavori ma rivolta al vasto pubblico anche come potente strumento di divulgazione delle problematiche ambientali. E' anche il primo passo per la messa a punto di misure di conservazione e di orientamenti gestionali, attualmente allo studio, da condividere ed adottare per garantire il mantenimento di specie e habitat in condizioni soddisfacenti.

La biodiversità forestale, in particolare, si prevede che vada favorita mediante l'adozione di criteri specifici di diversificazione biologica e strutturale che passano fondamentalmente attraverso la cura della necromassa e della rinnovazione del bosco, nell'ambito di un'attenta pianificazione territoriale e integrata delle scelte selvicolturali.

A un complesso di indicazioni generali per la pianificazione e la gestione forestale nei siti della rete Natura 2000, seguono riflessioni su specifiche modalità colturali e logistiche d'intervento con finalità conservative non solo per l'ambiente e le specie, ma anche per la stessa coltura forestale, da attuare come principio di valutazione d'incidenza e come utile riferimento di gestione forestale sostenibile.

Parole chiave: carta habitat regionale, rappresentazione della biodiversità, habitat forestali d'interesse comunitario, gestione forestale sostenibile.

Key words: regional map of community interest habitats, representation of biodiversity, forest habitat types of European conservation interest, sustainable forest management.

INTRODUZIONE: LA CARTA DEGLI HABITAT DEI SIC E DELLE ZPS DELL'EMILIA-ROMAGNA

Nell'ottobre 2007, il Servizio Parchi e Risorse forestali della Regione Emilia-Romagna ha pubblicato uno strumento di navigazione cartografica (<http://www.regione.emilia-romagna.it/natura2000/indice/gisweb.html>) che consente la consultazione *on line* delle banche dati geografiche riguardanti il sistema regionale di tutela del patrimonio naturale.

Possono essere visualizzate ed interrogate le Aree protette (Parchi e Riserve Naturali), la Rete Natura 2000 (SIC e ZPS), che le ricomprende pressochè interamente, e alcuni tematismi tra i quali la Carta degli habitat di interesse comunitario, risultato delle indagini condotte dalla RER tra il 2004 e il 2007 in collaborazione con ARPA (Agenzia Regionale per l'Ambiente - Bologna), LIPU (Lega Italiana Protezione Uccelli - Parma) ed IPLA (Istituto per le Piante da Legno e l'Ambiente - Torino), quest'ultimo specificatamente per lo studio degli ambienti forestali.

Nell'ambito dei 22.123 chilometri quadrati che rappresentano l'estensione regionale, la cartografia analizza i quasi 3000 che costituiscono la parte naturale "protetta"

(13%) in base alla LR 6/2005, e, nello specifico, i circa 900 kmq censiti quali habitat d'interesse comunitario (un terzo della rete, appena il 4% sull'intera superficie regionale) e rappresentati tramite mappatura di circa 17.000 tra poligoni, linee e punti.

Le foreste, che si estendono su oltre un quarto della superficie regionale e che insistono su gran parte della coltre appenninica con crescente diffusione, occupano da sole poco meno della metà (43%) della rete Natura 2000 regionale, con oltre 110.000 ettari dei quali 36.500 (oltre un terzo) caratterizzati da habitat forestali di interesse comunitario. Dunque, al momento, sul 14% del territorio designato come SIC o ZPS in Emilia-Romagna risultano insistere habitat forestali d'interesse comunitario. In altri termini, tra tutte le foreste presenti in Emilia-Romagna, una su sei si trova inserita nella rete Natura 2000 e circa una su venti è individuata come habitat d'interesse comunitario.

È tuttavia lecito considerare che le compagini forestali d'interesse conservazionistico (che ospitano specie vegetali o animali da tutelare) siano, in regione, molte di più.

Attualmente, dei 233 tipi habitat d'interesse comunitario, 143 sono stati rilevati in Italia e, di questi, ben 71 - la metà -

in Emilia-Romagna. Essa si trova infatti a cavallo tra il mondo centroeuropeo e quello mediterraneo, ospita importanti ambienti dell'una e dell'altra regione bioclimatica e presenta una ricca biodiversità che si riflette in particolare negli ambienti forestali, che rappresentano da diversi punti di vista le espressioni più evolute, strutturate e differenziate dell'intero ecosistema.

Gli habitat forestali d'interesse europeo individuati in Emilia-Romagna sono almeno 21 (14 arborei e 7 arbustivi), di seguito elencati. La loro descrizione specifica, corredata di alcune considerazioni a carattere gestionale, è consultabile sul manuale Gli habitat d'interesse comunitario segnalati in Emilia-Romagna pubblicato al sito http://www.regione.emiliaromagna.it/natura2000/download/testoRER_habitat_natura_2000.pdf.

La lista è stata arricchita da ulteriori 5 tipi rappresentativi di ambienti di grande interesse conservazionistico, tra i quali due forestali. Uno in particolare presenta interesse non meno che nazionale: riguarda le pinete appenniniche relitte di pino silvestre, endemicamente localizzate tra il parmense e il bolognese.

Nel segno dell'habitat come unità fondamentale su cui costruire e tutelare lo straordinario mosaico della biodiversità, ci si è avvalsi di un lessico descrittivo che esce dall'universo della scienza ed entra nel linguaggio della programmazione e della pianificazione, con adattamento di termini e valori nel segno della ricerca di un immediato significato semantico ed applicativo.

Il riferimento principale è al primo (Alessandrini A., Tossatti T., 2001) *Habitat dell'Emilia Romagna. Manuale per il riconoscimento secondo il metodo europeo "CORINE-biotopes"* pubblicato dall'Istituto per i Beni Artistici, Culturali e Naturali della Regione Emilia-Romagna, Bologna, tuttavia le stesse modalità di approccio anche esplorativo dei valori legati alla biodiversità sono tuttora oggetto di studio e discussione.

Il metodo di riconoscimento, localizzazione e rappresentazione del mosaico ambientale è stato messo a punto combinando i criteri di sintassonomia fitosociologica con quelli di prevalenza fisionomica, sottendendo costante riferimento ad un modello ispirato alla massima leggibilità e a suscitare riferimenti interpretativi espliciti sia per gli orientamenti gestionali sia per operare valutazioni circa le incidenze delle azioni umane sui fenomeni naturali.

La Carta Habitat dell'Emilia-Romagna è dunque una finestra virtuale spalancata sulla natura, pensata per gli addetti ai lavori ma rivolta al vasto pubblico anche come potente strumento di divulgazione delle problematiche ambientali.

Tutti gli habitat forestali contenuti nella rete Natura 2000, non solo quelli di interesse comunitario, costituiscono in realtà situazioni ricche di biodiversità da tutelare. E' questo il principio ispiratore delle misure di conservazione e degli orientamenti gestionali, attualmente allo studio, da adottare per garantire il mantenimento di specie e habitat in condizioni soddisfacenti: salvaguardia della necromassa e diversificazione biologica e strutturale sono forse i due criteri guida principali tra i diversi applicabili, nell'ambito di un'attenta pianificazione territorialmente integrata da estendere il più possibile, fino a coinvolgere ogni azione da eseguire in foresta.

INDICAZIONI GENERALI PER LA GESTIONE E LA PIANIFICAZIONE FORESTALE NEI SITI DELLA RETE NATURA 2000

Per i boschi ricadenti nei siti di Rete Natura 2000, come per gli altri ambienti, va assicurato in base alla Direttiva europea il *mantenimento o, all'occorrenza, il ripristino in uno stato di conservazione soddisfacente degli habitat naturali e delle specie di flora e di fauna di interesse comunitario*. Ciò significa che habitat e specie di interesse comunitario (compresi gli ambienti frequentati da dette specie) sono necessariamente oggetto di finalità conservative e che in fin dei conti la tutela ed il miglioramento della naturalità dei luoghi sono obiettivi da perseguire ovunque all'interno dei Siti, al fine di favorire la creazione o il mantenimento di condizioni idonee ad ospitare tali specie.

La compatibilità con il livello di tutela enunciato implica un approccio integrato alla gestione delle aree in questione, in chiave territoriale, che preveda non solo modalità colturali e logistiche spazio-temporali d'intervento ispirate a minimizzare gli impatti, ma anche forme di ripristino o ricostituzione della biodiversità. E' infatti quest'ultima il caposaldo di riferimento valutativo per le incidenze dovute alle azioni umane sugli habitat.

I boschi come risorsa rinnovabile capace di erogare beni e servizi duraturi, i boschi multifunzionali come serbatoi di carbonio, ossigeno, acqua e di valori commisurabili a polizze assicurative contro dissesti e alterazioni ambientali non sono semplici modelli teorici o riferimenti utopistici, ma obiettivi concretamente perseguiti dalle selvicolture di tutte le civiltà progredite.

In effetti i boschi sono una risorsa rinnovabile solo se ben condotti, vale a dire che sono in grado di produrre beni e servizi in maniera costante e continua purché il grado di utilizzazione sia (per definizione) sostenibile, quindi corretto e non eccessivo.

Principale ma non unico indicatore della rinnovabilità della risorsa è la rinnovazione stessa, di tipo agamico nei cedui, di tipo gamico sia nei cedui sia nelle fustaie. La produzione di seme, la vigoria di ricaccio e il novellame sono alcuni dei parametri da tenere costantemente monitorati.

Qualora il livello di sfruttamento in passato sia stato sproporzionato alle potenzialità, oppure si siano sovrapposte forme di degrado indotte da guasti naturali, la sostenibilità degli interventi trova ragion d'essere solo in un utilizzo contenuto delle risorse che sia comprensivo di azioni di ripristino o di ricostituzione degli ambienti forestali, di consolidamento e rinfoltimento anche tramite reintroduzione con specie locali di idonea provenienza.

Quella che in senso generico viene chiamata selvicoltura naturalistica, intesa come pratica che affianchi l'evoluzione spontanea assecondandone i processi e promuovendone gli sviluppi, rimane un utile riferimento. Per conciliare la biodiversità, che negli ambienti forestali permea i substrati ancor più che i piani di vegetazione arborea, occorre allargare la visuale dal bosco all'ambiente e adottare una serie di accorgimenti culturali, così sintetizzabili:

- rispettare tutte le specie secondarie autoctone, incluse quelle del sottobosco;
- agevolarne lo sviluppo diversificando la struttura dei soprassuoli forestali, orientativamente per gruppi;
- tutelare la necromassa, vero e proprio substrato

d'alimentazione e rifugio per tutte le catene biologiche, sia mantenendo tronchi morti in piedi, sia curando la distribuzione dei residui d'utilizzazione.

Queste tre direttrici d'azione selvicolturale trovano concreta attuazione anzitutto adeguando le forme di governo e trattamento idonee alle singole aree secondo criteri stagionali, poi adottando le modalità spazio-temporali d'intervento a minor impatto. Un approccio consapevole e meditato di questo genere è favorito in particolare a livello di pianificazione gestionale, ma può essere conseguito anche attraverso i dispositivi-risultato delle istruttorie applicative delle P.M.P.F.

Rammentando che il corpo delle P.M.P.F. regionali dettagliatamente applicato già contiene alcune norme di salvaguardia, si possono comunque avanzare le seguenti ulteriori considerazioni:

- la fustaia, quale forma di governo forestale legato a cicli lunghi e complessi, è preferibile al ceduo, il quale all'opposto tende a semplificare la composizione specifica e la struttura per via dei cicli brevi che caratterizzano le forme di trattamento più diffuse;
- il ceduo, là dove sostenibile nelle diverse forme di trattamento, si avvarrà di matricinatura per gruppi e di più turni;
- le pratiche di conversione all'alto fusto saranno orientate alla diversificazione della struttura, comunque rilasciando tutte le specie secondarie locali;
- nei boschi d'alto fusto (comprese le fustaie transitorie) si dovrà mirare attraverso i diradamenti e i tagli di maturità ad un trattamento dei soprassuoli disetaneo per gruppi, evitando la costituzione di estese particelle coetanee o coetaneiformi;
- il sottobosco va sempre comunque rispettato e, eccezion fatta per le infestanti ed alcune lianose da sottoporre a controllo, vanno evitati generici interventi di ripulitura ed abolite le pratiche di smaltimento dei prodotti di risulta tramite abbruciamento;
- il contesto e le modalità accessorie, dalla viabilità all'organizzazione dell'esbosco, al macchinario impiegato, saranno improntati a minimizzare l'impatto d'intervento, ponendo massima attenzione al rispetto della diversità ambientale concentrata in margini, rocce, chiarie, pozze, sorgenti, fungaie, tartufaie e di ogni altro elemento indicatore di diversità stratificato o mosaicato rispetto al bosco;
- il periodo d'intervento va previsto sempre in stagione invernale il più possibile anticipata, in modo da non interferire né con le nidificazioni, né con le fioriture precoci delle geofite.

Un incentivo alla tutela ambientale in questi termini potrebbe essere dato dalla certificazione di qualità, con la quale la gestione forestale ha l'opportunità di confrontarsi, valorizzando i territori e le produzioni soprattutto nei contesti di parco e di sistema collegato al turismo e ad obiettivi innovativi come lo stoccaggio del carbonio.

Queste indicazioni concordano con quanto affermato dal Piano Forestale Regionale 2007-2013 (Del. Ass. Leg. n. 90/2006), si armonizzano con le Misure di Conservazione generali e specifiche di ogni sito di rete Natura 2000 e con eventuali Piani di Gestione (gli stessi Piani d'assestamento, prevedendo interventi e modalità d'uso compatibili e sostenibili, possono candidarsi come veri e propri di Piani di gestione del Sito là dove è proprio la foresta a costituire l'habitat principale): riprendendo il P.F.R., *la gestione dei*

boschi in questi siti dovrà tenere conto delle specifiche esigenze ecologiche delle specie vegetali presenti o potenziali e considerare non solo le dinamiche dei popolamenti forestali, ma anche le relazioni con la fauna selvatica ed in particolare con l'avifauna, favorendo il ripristino di un variegato mosaico ambientale con alternanza di vecchie fustaie, cedui attivi e zone aperte. In particolare si dovranno promuovere azioni mirate alla conservazione, al ripristino e alla diversificazione degli ambienti naturali, escludendo di norma interventi di forestazione artificiale, di taglio delle piante annose e marcescenti, l'impiego di specie alloctone (...).

In ambito applicativo, le considerazioni espresse stanno alla base degli orientamenti specifici e delle norme tecniche adottabili a corredo dell'applicazione delle misure forestali del Programma di sviluppo rurale della Regione Emilia-Romagna 2007-2013, della procedura connessa alla redazione dei Piani d'Assestamento forestale a ancor di più della (non obbligatoria) produzione di piani di gestione delle aree di Rete Natura 2000. Forniscono spunti anche per la prossima redazione di Misure di Conservazione per la gestione dei SIC e delle ZPS, riferimenti per le attività soggette a studi e valutazioni d'incidenza anche per quanto riguarda i temi della mitigazione e della compensazione, e comunque indicazioni generali e specifiche per tutti i boschi della rete Natura 2000 e di generale interesse conservazionistico.

DESTINAZIONI FUNZIONALI E INDIRIZZI GESTIONALI. FONDAMENTI CULTURALI E LOGISTICI

In base all'Art.6 della Direttiva *Habitat*, il processo di definizione delle destinazioni diverse da quella naturalistica e le possibili interferenze sullo stato di conservazione degli habitat e delle specie d'interesse comunitario sono alla base del principio della valutazione d'incidenza.

L'obiettivo della gestione degli ecosistemi forestali è assicurare lo svolgimento delle funzioni attese, coerentemente con le caratteristiche ambientali: conservare, migliorare e recuperare la biodiversità va conciliato con la multifunzionalità tipica della gestione forestale, sia pur di fronte alla dichiarata prevalenza di volta in volta di istanze sociali ed economiche produttive (incluse quelle turistiche) o protettive.

La rigenerazione naturale delle risorse forestali, la funzionalità ed il miglioramento delle condizioni di composizione e capacità per l'esercizio delle molteplici funzioni delle cenosi sono allo stesso tempo condizione ed obiettivo gestionali.

I criteri di sostenibilità, inquadrati nello schema generale più sopra esposto, troveranno motivo di applicazione specifica e necessità di approfondimento per gli habitat di interesse comunitario: nell'interesse collettivo qui si dovrà il più possibile ricostituire le originarie condizioni di naturalità compositiva e strutturale.

L'azione selvicolturale deve concretizzare in maniera diffusa l'obiettivo di correggere alterazioni create nel tempo per utilizzo scorretto del bosco, stabilizzare equilibri precari di cenosi complesse, massimizzare le funzioni ecologiche e, compatibilmente, quelle ricreative, paesaggistiche, di protezione del suolo e produttive. Semplificando all'estremo la distribuzione dei diversi habitat e dei Siti, le

loro caratteristiche e tendenze dinamiche, si possono individuare due casistiche tipiche:

- da una lato sono definibili habitat che hanno per natura un'attitudine protettivo-naturalistica pressochè esclusiva; è il caso delle formazioni di forra del *Tilio-Acerion* (9180), delle boscaglie di pino uncinato (9430), delle leccete interne (9340) e di talune cenosi riparie per le quali fattori limitanti di vario tipo, frammentarietà e inaccessibilità delle stazioni e dinamiche evolutive assai lente inducono da prevedersi, in genere, solo limitati interventi di conservazione attiva;

- dall'altro si pongono gli altri habitat, soggetti a maggior antropizzazione, che accanto a quelle conservative manifestano attitudini complementari e una multifunzionalità, dalla produzione legnosa alla frequentazione turistica, con risvolti talora contrastanti (si pensi alle pinete costiere come habitat e come sede di intense attività ricreative), per i quali è necessario stabilire un equilibrio sostenibile proprio ad iniziare dal ruolo di ciascuna funzione attribuita.

Atteso che nella pianificazione risiedono i criteri d'analisi e di scelta funzionale organizzativi della gestione forestale, è proprio in taluni habitat soggetti a forte antropizzazione (pinete, castagneti, faggete e querceti su stazioni fertili e facilmente utilizzabili) che la mancanza di una gestione attiva può determinare la perdita dell'habitat stesso o della sua funzionalità.

Le successioni vegetali conseguenti alla dinamica naturale tendono alla trasformazione delle pinete in leccete, dei castagneti in querceti, di molte lande e arbusteti in boschi: qui la gestione attiva assume il ruolo di controllo territoriale degli ambienti e delle loro caratteristiche, evitando perdite di habitat e governando la distribuzione e l'eventuale ripristino.

I principi guida adottabili a tutela della biodiversità, utili ad incentivare la complessità dei processi ecologici e della dinamica forestale per il territorio emiliano-romagnolo sono di seguito sintetizzati, rimandando al citato manuale *Gli habitat d'interesse comunitario segnalati in Emilia-Romagna* (http://www.regione.emilia-romagna.it/natura2000/download/testoRER_habitat_natura_2000.pdf) alcune indicazioni gestionali specifiche per ciascun habitat forestale d'interesse comunitario.

INDICAZIONI COLTURALI GENERALI

- Tutela dei grandi alberi deperienti, morti in piedi e della necromassa mediante selezione di soggetti validi per il rifugio e l'alimentazione degli organismi forestali, indicativamente di diametro superiore ai 60 cm, con cavità, anche schiantati.

- Mantenimento e salvaguardia delle fasce ecotonali e delle radure (massi, radure, ristagni idrici e altre soluzioni di continuità geo-morfo-biologiche).

- Rispetto delle specie arbustive ed erbacee del sottobosco. Sono ammissibili forme di controllo diretto solo per la vitalba e per altre infestanti anche erbacee come *Sicyos angulata*. Sono sempre preferibili forme di controllo e riduzione della componente arbustiva per aduggiamento anziché mediante il taglio cosiddetto "di ripulitura".

- Controllo delle specie esotiche inteso come contenimento della robinia e dell'ailanto tramite interventi selettivi sotto copertura, preferibilmente per aduggiamento. Analoghe ma

più complesse sono le modalità di gestione di popolamenti abbandonati d'impianto artificiale (pino nero ed altre conifere esotiche, pioppi ed altre essenze da legno), che nella generica trasformazione in compagini più stabili possono essere oggetto di controlli diretti in caso di contaminazione dei patrimoni genetici locali. In generale, nei boschi non è ammessa l'introduzione di specie arboree o arbustive esotiche, che è invece ammessa per l'arboricoltura da legno o altre coltivazioni per esempio di tipo agrario o urbanistico (previo studio e valutazione d'incidenza).

- Manutenzione e creazione di corridoi ecologici al fine di agevolare collegamenti e flussi tra i popolamenti forestali e le aree naturali in genere, con maggior impegno per le zone di pianura e gli ambienti più impoveriti.

INDICAZIONI LOGISTICHE GENERALI CONNESSE ALLA CANTIERISTICA

- Massima riduzione del cantiere forestale in termini sia spaziali sia temporali, con particolare riguardo al sottobosco, alla rinnovazione naturale e alla presenza di habitat e specie di pregio.

- Concentrazione delle operazioni nei periodi di minore disturbo per la flora e per la fauna, escludendo i periodi di fioritura delle geofite e di nidificazione-riproduzione della fauna selvatica.

- Riduzione dell'impatto d'intervento tramite utilizzo di macchine idonee, limitazione dei movimenti di terra allo stretto necessario, impiego dei percorsi e modalità d'opera il più possibile contenuti evitando condizioni meteo avverse, precaria manutenzione, eccessiva emissione di rifiuti e rumori.

- Adozione di strumenti, macchine e modalità d'intervento che producano il taglio netto di fusti e rami, evitando di lacerare, slabbrare o strappare i tessuti legnosi e di accrescere così il rischio di danni fitosanitari, tecnologici ed estetici alla vegetazione.

- Anche in mancanza di piani della viabilità, è sempre preferibile un reticolo di piste forestali idonee, a fondo naturale e a perdere, con tratti a fondo migliorato solo nei raccordi con la viabilità ordinaria.

- Nelle sistemazioni idraulico-forestali sono preferibili le tecniche di ingegneria naturalistica e l'impiego di materiali naturali locali.

- Rispetto assoluto degli affioramenti geolitologici (rocce, grotte, erosioni, geositi) delle morfologie (laghi e corsi d'acqua, crinali) e dei microhabitat interni ed esterni al bosco (ristagni, radure, sorgenti) evitando alterazioni per una fascia circostante di 10 m indicativamente.

Indicazioni generali connesse alle operazioni di taglio e allestimento

- Il responsabile dell'applicazione del Piano (o dell'istruttoria di taglio ai sensi delle P.M.P.F.) sovrintende all'esecuzione degli interventi, ne verifica la rispondenza progettuale e ne attesta l'avvenuta esecuzione compilando l'apposito registro degli eventi/interventi di piano oppure il catasto degli interventi forestali di ente delegato, documentando l'evoluzione degli habitat, della flora e della fauna in relazione agli interventi colturali e agli eventi succedutisi.

- Il taglio e il prelievo di materiale legnoso deve essere limitato a quanto previsto in base alle istanze progettuali di

cui sopra, non deve essere danneggiata la vegetazione rilasciata in dotazione al bosco (art. 13, 25, 28 delle P.M.P.F.): sottobosco, novellame, matricinatura (nei cedui) o rilasci (nelle conversioni all'alto fusto e nei tagli preparatori), soprassuolo principale (nelle fustaie soggette a diradamenti).

- È necessario il rilascio di alcuni esemplari morti o deperienti di dimensioni superiori ai 20 cm di diametro, anche cavi, oltre ai grandi alberi (indicativamente di diametro superiore ai 60 cm) anche schiantati.

- È generalmente opportuno il rilascio degli esemplari arborei conviventi con l'edera (*Hedera helix*) nonché l'edera stessa, salvo forme di controllo mirate.

- Ogni due ettari di superficie interessata dall'utilizzazione boschiva è necessario rilasciare e contrassegnare (art.17 P.M.P.F.) la pianta più grossa e più rara in qualità di testimone.

- È necessario sospendere l'utilizzazione indicativamente entro 10 m circostanti ristagni, torbiere, rupi, grotte, linee di crinale, corsi d'acqua e ogni altro indicatore di habitat o microhabitat specifico, salvo controlli mirati alla riduzione di specie alloctone o alla gestione attiva della fascia adiacente di dette discontinuità del bosco, in qualità di emergenze ambientali.

- L'allestimento degli assortimenti ricavati dall'utilizzazione deve avvenire senza danneggiare bosco e sottobosco. La ramaglia di scarto va distribuita lungo le linee di dislivello evitando accumuli e favorendo una rapida decomposizione sul posto.

- Rispetto di tutte le piante isolate, in particolare di esemplari con diametro superiore a 20 cm.

- Rispetto dei filari, siepi e formazioni vegetali lineari, che vanno, all'occorrenza, trattati in maniera specifica.

- Va evitato il più possibile il decespugliamento nelle aree forestali, limitando esclusivamente a rovi, vitalbe e felci - art. 25 P.M.P.F. - il cosiddetto controllo delle infestanti, da eseguirsi preferibilmente per aduggiamento sotto copertura. Il controllo diretto mediante taglio va prescritto solo per piccole superfici limitatamente alla specifica funzione di prevenzione incendi.

INDICAZIONI SELVICOLTURALI E MODALITÀ DI TRATTAMENTO

Cedui

La ceduzione con rilascio di matricine a gruppi è il modello d'approccio gestionale auspicabile dei boschi per i quali sia stato giudicato sostenibile il mantenimento delle forme di governo basate sulla rinnovazione agamica. Le matricine dovranno essere distribuite in modo non uniforme su tutta la superficie di utilizzazione e localizzate il più possibile a gruppi combinando criteri di differenziazione strutturale al perseguimento della massima differenziazione specifica. La modalità per gruppi implementa i criteri quantitativi e qualitativi suggeriti dall'art.55 delle P.M.P.F.: rilasci sani e vigorosi preferibilmente da seme, in numero proporzionale all'inclinazione del versante (indicativamente uguale al valore della pendenza moltiplicato per 2). Vanno lasciate le piante più grosse, orientativamente almeno la metà delle vecchie matricine dei turni precedenti, e una rappresentanza di tutte le specie autoctone presenti. Il modello di differenziazione per gruppi si abbina anche a

modalità colturali a sterzo o composte con l'alto fusto. Le stazioni a scarsa fertilità o comunque a macchiatico negativo per intrinseche caratteristiche stazionali (rocciosità, scarsa accessibilità, composizione specifica di scarso valore economico) verranno risparmiate al taglio secondo i principi del "saltamacchione", costituendo all'interno delle tagliate "aree rifugio" per la fauna e per la flora del sottobosco, "aree testimone" di valutazione dell'evoluzione spontanea oppure "aree riserva" a tutela di microsituazioni particolari.

Per quanto riguarda i turni e ricordando che per i cedui "invecchiati" ai sensi dell'art. 59 delle P.M.P.F. è favorita la conversione all'alto fusto, si valuta che nei Siti di Rete Natura 2000 il mantenimento del ceduo matricinato per ampie superfici sia da escludere per i soprassuoli di età superiore ai 50 anni, stanti le difficoltà di ricaccio che il gruppo di latifoglie a questa età, in linea di massima, tende a manifestare.

Nei cedui invecchiati, generalmente, sono sostenibili le conversioni all'alto fusto (per via indiretta tramite diradamenti con asportazione di non più del 25% della massa oppure per via diretta mediante i cosiddetti tagli d'avviamento all'alto fusto, da concepire a gruppi su popolamenti rinnovabili tramite tagli a buche con funzione di semenzatura).

Interventi di ceduzione possono essere funzionali a coltivare e a contenere il bosco entro dimensioni compatibili con la conservazione di habitat arbustivi ed erbacei interclusi nel bosco o ai suoi margini.

Alto fusto

Considerato che il governo a fustaia è una coltura poco diffusa in Emilia-Romagna, almeno dal punto di vista del governo attivo del bosco basato su cicli lunghi e rinnovati per via gamica, si valuta generalmente perseguibile un modello di tagli a scelta per gruppi.

Si tratta di un complesso di interventi di cura applicabili a popolamenti d'alto fusto definitivi o transitori, compresi quelli derivati dall'impianto di conifere esotiche, da mettere in campo come forma generalmente applicabile di trattamento consigliato per mettere in rinnovazione le fustaie, mantenendo e incrementando la diversificazione biologica e strutturale.

Aggruppamenti disetanei e pluristratificati nell'insieme sono l'obiettivo perseguibile nelle nostre fustaie, che troppo uniformemente presentano ancora struttura e composizione molto semplificate, spesso banalizzate ed infiltrate da specie esotiche, giovani ed immature con grandi difficoltà di rinnovazione intrinseche e indotte da ulteriori fattori di squilibrio faunistico e di degrado geomorfologico.

Il modello di utilizzazione per piccoli gruppi associato a diradamenti selettivi asseconda le dinamiche naturali favorendo il superamento delle forme coetanee uniformi non consone alla tutela della biodiversità. La progettazione di prese di taglio ridotte (non superiori a 5.000 m² - art. 14 P.M.P.F.) e modellate sulle caratteristiche compositive e strutturali, consente una diversificazione significativa, la reintroduzione di specie scomparse e moduli multifunzionali estremamente adattabili: la fustaia disetanea, meglio se polifita, oltre a rappresentare la miglior espressione di un bosco naturale in equilibrio dinamico con l'ambiente e a non destare preoccupazioni sulla sua continuità nel tempo e

nello spazio, risulta più efficiente nei confronti della protezione idrogeologica.

In generale le dimensioni dei gruppi potranno variare fra 400 e i 1000 m², con periodo di curazione variabile fra 10 e 20 anni. Queste dimensioni sono compatibili con le esigenze di luce del faggio e delle specie di faggeta, permettono di impostare un complesso disetaneo fatto di popolamenti elementari (gruppi) tra loro tendenzialmente coetanei. Nel caso dei querceti la dimensione dei gruppi potrà variare fra 1.000 e 3.000 m² (a seconda del temperamento e della statura delle specie presenti) con periodo di curazione variabile fra 10 e 15 anni.

In prospettiva tutte le fasi di sviluppo dovranno essere rappresentate, superando l'attuale generalizzata immaturità e scarsità di gruppi maturi e stramaturi.

Il bosco come alternanza spazio-temporale di gruppi costituiti anche da una sola delle specie caratterizzanti il soprassuolo climacico è il modello ideale anche per le cenosi di pianura: consente il controllo della robinia e di altre specie tendenzialmente invadenti, presenta individui funzionalmente collegati tra loro a costituire quasi soggetti unici, strutture complesse in grado di autosostenersi, con le sciafile che si riproducono all'ombra delle eliofile e frequenti margini arbustivo-erbacei quasi a delimitarne quei contorni che a loro volta costituiscono la nicchia riproduttiva delle eliofile, con spazio utile per tanti microhabitat diversi e protetti dal bosco nei quali si concentra la massima biodiversità.

La gestione per gruppi si attua con modalità adattate ai casi e fortemente variabili, da singoli prelievi fino ad arrivare a casi di vero e proprio taglio raso a buche (o fessure) per la rinnovazione di specie spiccatamente eliofile il cui novellame, per svilupparsi, necessita di particolari condizioni di illuminazione e di mineralizzazione del suolo (es.: genere *Pinus*). Le buche hanno la funzione di far attecchire la rinnovazione naturale, generalmente posticipata, per disseminazione laterale delle specie eliofile e consentono una drastica diversificazione strutturale.

Interventi intercalari

Il controllo della densità si effettua tradizionalmente attraverso sfolli o diradamenti. Questo tipo di intervento, inquadrato nel sistema selvicolturale di riferimento (fustaia naturale, da impianto artificiale o transitoria d'origine agamica), non solo previene filature eccessive e aduggiamenti indesiderati, ma va impiegato a tutti gli effetti come strumento di differenziazione selettiva e strutturale volto ad assecondare (talvolta ad accelerare) i processi evolutivi naturali.

Il modello a gruppi si avvale di diradamenti liberi e meticolosamente applicati in maniera non uniforme, mirati ad aumentare lo sviluppo delle chiome in chiave riproduttiva o all'opposto a mantenere condizioni di sviluppo verticale in chiave vegetativa in funzione del gruppo, salvaguardando arbusti, alberi morti e spazi differenziati. Orientativamente l'indice di prelievo non potrà superare il 25% della massa in piedi, lasciando tuttavia secondo necessità aree intoccate (in quanto biplane o pluriplane in buon equilibrio) o drastiche aperture (ad esempio per sviluppare nuclei di specie eliofile sporadiche).

In generale i diradamenti alti sono i più adatti a movimentare la struttura, a preservare individui da seme in cedui invecchiati e degradati, mentre quelli bassi sono da evitare so-

prattutto in presenza di piano dominante eccessivamente filato e monospecifico. Il numero dei prelievi sarà orientativamente modesto soprattutto in caso di diradamento alto, tuttavia in aggruppamenti eliofilo giovani e molto densi si può asportare in un solo diradamento fino al 50% del numero di individui. Indicativamente si avrà cura di mantenere in ogni caso un grado di copertura delle chiome non inferiore al 75%.

Tra gli interventi intercalari ammissibili, che seguono in linea di massima i criteri dei diradamenti, si può accennare ai tagli fitosanitari, abbastanza diffusi a contrastare gli effetti di galaverna ed altri eccessi climatici, tanto da sostituire o annullare a volte in maniera un po' sbrigativa i "normali" diradamenti. Applicabili principalmente in fasi di recupero castagneti e su impianti di conifere colpiti da avversità, si adottano allo scopo di rimuovere focolai di infezione e non vanno estesi come processo di sviluppo culturale. Il loro significato si esprime in termini di convenienza del ripristino ambientale delle cenosi, là dove occorra rinaturalizzare popolamenti colpiti da calamità e fitopatie che abbiano compromesso in modo significativo la vigoria vegetativa.

La convenienza dell'intervento è comunque da valutare di volta in volta. Non è raro riscontrare vere e proprie morie, dovute a scompensi meteorologici, con stroncamenti e ribaltamenti imputabili a galaverna, gelicidio e tempeste di vento: in questi casi e in presenza di evidente ripresa vegetativa (e rinnovazione) è in generale conveniente la rimozione dei danni (e la selezione della necromassa). Per contro, scompensi di tipo climatico possono portare a manifestazioni più gravi e prolungate nel tempo fino al diffuso disseccamento delle piante in piedi in seguito a periodi di prolungata siccità: in questi contesti la rimozione dei danni e la conseguente scoperta può addirittura aggravare le condizioni di impoverimento del terreno dovute all'aridità.

Il rilascio di zone intercluse a evoluzione libera, con significato di confronto evolutivo, è sempre comunque utile.

Formazioni particolari: castagneti, rimboschimenti, pascoli, boschi di neoformazione, garzaie

Con le finalità di Natura 2000 sono compatibili il recupero e il miglioramento dei castagneti da frutto, inclusa la valorizzazione delle provenienze locali: una delle peculiarità dell'habitat 9260 è proprio la mescolanza fra gruppi di esemplari da frutto e la vegetazione spontanea arborea e del sottobosco. Anche se le P.M.P.F. lo indicano come un intervento consentito, nel recupero dei castagneti ricadenti nei Siti di Rete Natura 2000 non è opportuno procedere all'estirpazione delle ceppaie. Il ripristino ottenuto attraverso diradamenti, potature e ringiovanimento delle chiome dovrà comunque essere rispettoso del sottobosco e l'eventuale invasione da parte di specie arboree autoctone potrà essere regolata ma non repressa. Gli individui senescenti e compromessi, anche in seguito ad attacchi del cancro corticale (che ormai ovunque appaiono ipovirulenti), possono essere in parte rilasciati come alberi "habitat". Individui monumentali o secolari andranno sempre mantenuti in quanto soggetti di rilievo ambientale e storico-paesaggistico.

I castagneti da frutto sono regolati dettagliatamente negli art. n. 52-54 delle P.M.P.F., gli interventi tradizionalmente connessi alla conduzione di quasi tutti i castagneti inclusi nei Siti della Rete Natura 2000, rispettosi delle P.M.P.F. regionali e correttamente condotti, sono compatibili con la conservazione dell'habitat e con questo si armonizzano.

Nei castagneti estensivi infatti (quasi tutti quelli presenti nei SIC e ZPS) le cure colturali (invernali) e le ripuliture pre-raccolta (tardo-estive) non danneggiano ad esempio la flora spontanea, ma anzi ne contrastano certi antagonisti come vitalbe, rovi e la felce aquilina. E' importante scoraggiare l'uso dell'abbruciamento dei residui ed evitare qualunque uso del fuoco in castagneto e nei pressi, sia come fattore di rischio d'incendio sia come motivo (evitabile) di disturbo della fauna e di drastica mineralizzazione degli elementi nutritivi della lettiera. L'eventuale uso del fuoco per eliminazione fitosanitaria di materiale infetto dovrà comunque essere effettuato all'esterno del bosco e con le modalità previste dalle P.M.P.F. (art. 52 punto f, art. 53 punto a5).

Nei rimboschimenti, nei rinfoltimenti e in tutti gli interventi di ripristino ambientale, oltre a rispettare gli obblighi derivanti dal D.Lgs 386/2003 (in recepimento della Dir 1999/105/CEE), dovranno essere impiegate solo specie autoctone e la provenienza del materiale di propagazione dovrà essere idonea. L'impiego di specie autoctone compatibili con l'ambiente su cui si interviene, oltre a dare maggiori garanzie d'attecchimento, può essere importante per la conservazione della biodiversità dei popolamenti locali. Non potranno essere oggetto di rimboschimento i terreni saldi che ospitano habitat erbacei o arborei di interesse comunitario. Le cure colturali agli impianti vanno possibilmente eseguiti da fine agosto a metà febbraio, in modo tale da non interferire con la fauna nidificante in loco.

Per quanto riguarda la gestione dei pascoli, ambito di alcuni habitat d'interesse comunitario erbacei o arbustivi, la ripulitura dovrà limitarsi alle aree aperte, mentre i nuclei affermati di arbusti e di essenze arboree devono essere rilasciati in quanto aree forestali. Come da definizioni delle P.M.P.F., la "ripulitura" dei pascoli dovrà assicurare il mantenimento degli eventuali esemplari arborei di altezza superiore ai 2 m, purché appartenenti a specie autoctone, fino al raggiungimento del 5% del grado di copertura da parte della componente arborea e di una frazione arbustiva di ginepri ed altri arbusti locali non invasivi, fino al 20% del grado di copertura complessivo, rammentando che, in base alle stesse P.M.P.F., il pascolo può mantenere la propria funzione ospitando fino al 40% di copertura forestale.

Il controllo della vegetazione arborea e arbustiva dovrà comunque sottostare a criteri di valutazione legati alla rarità delle specie, alla presenza di piccola fauna e uccelli, alla presenza di vecchi alberi da frutto o di gruppi utili all'ombreggiamento e al meriggio del bestiame.

I nuclei di bosco presenti nel pascolo possono essere gestiti come tali, secondo criteri di tipo selvicolturale. Il ripristino di sistemazioni idrauliche, la ripulitura tramite taglio con divieto dell'uso del fuoco e le modalità di manutenzione ordinaria e straordinaria dei pascoli possono seguire quanto già previsto dalle P.M.P.F. (artt. 67-69).

Per quanto riguarda i boschi di neoformazione, originati da fenomeni di successione in ex coltivi ed ex pascoli ad opera delle cenosi forestali circostanti, possono prospettarsi differenti opzioni gestionali.

Generalmente si tratta di novellame affermato di specie eliofile, dotato di vivace dinamica colonizzatrice. Nuclei di ornello, maggiociondolo, olmo, ciliegio, (ma anche cerro,

frassino, aceri) manifestano l'espansione di habitat forestali non di interesse comunitario, tuttavia sono riscontrabili aspetti correlabili a cenosi di interesse conservazionistico (per esempio con l'ontano bianco).

Per contro, è frequente l'invasione di rinnovazione arborea di "minor" valore conservazionistico su habitat di prateria e landa-arbusteto. In linea di principio, l'adozione di forme di gestione attiva di queste formazioni dovrebbe scaturire da un'analisi floristico-evolutiva specifica: agevolare o reprimere questi gruppi arborei di neoformazione dipende da molti fattori.

Sussiste comunque la possibilità di gestire popolamenti ad alto fusto spontanei e differenziati, già in partenza ad elevata diversità per gruppi.

Ci sono infine boschi che, anche se costituiti da specie banali come robinie e sambuchi, ospitano importanti nidificazioni di ardeidi (garzaie).

Con rete Natura 2000, l'importanza delle garzaie è emersa non solo per quanto riguarda la tutela di siti storici ma anche in relazione alle potenzialità di un bosco di divenire garzaia per collocazione (vicinanza di lanche e ambienti acquatici), struttura isolata da canneti o altre formazioni preforestali e ridotti fattori di disturbo. A tal fine occorre preservare i pochi boschi planiziali e ripariali presenti, seguirne l'evoluzione talora drammatica strettamente legata alle vicende fluviali, assicurare la possibilità di ricambio e di riserva di terreni seminaturali che mantengano le giuste distanze con i coltivi e i terreni antropizzati: la gestione attiva dunque non deve limitarsi alla componente forestale ma occorre considerare anche il controllo della rete idrica superficiale e degli usi del suolo circostanti. Un modello forestale ottimale per favorire la nidificazione delle sei specie di Ardeidi presenti in Emilia-Romagna prevede l'equilibrata presenza su almeno una quindicina di ettari di:

- vegetazione bassa (saliceti arbustivi e aggruppamenti eliofitici);
- formazioni arboree allagabili e a carattere effimero (di preferenza l'alneto di ontano nero), comunque su lotti separati e assoggettabili ad interventi alternati;
- bosco misto permanente a ciclo lungo (querceto misto di farnia).

La pianificazione e la gestione forestale nell'ambito della rete ecologica non conseguiranno un livello di efficacia soddisfacente se accanto agli orientamenti colturali non verranno applicate modalità coerenti d'uso del territorio, in particolare per quanto riguarda i fattori di pressione antropica connessi alla viabilità e agli impatti dovuti alle attività di sistemazione idraulico-forestale, turistico-ricreative e venatorie. Tra tutte, l'accesso motorizzato alle aree naturali, che è vietato dalle P.M.P.F. (artt. 81 e 82) e continua ad essere diffusamente praticato ed evidentemente tollerato, va bandito con fermezza: esso costituisce annoso motivo di danni e impatti negativi, con perduranti ripercussioni ambientali ed anche educative, segno di preoccupante insensibilità culturale. Quest'ultima rimane in assoluto il principale ostacolo da rimuovere, al fine di conseguire il necessario consenso ad una gestione territoriale davvero compatibile con la tutela dell'ambiente.

<i>Codice</i>	<i>Priorità (*)</i>	<i>Nome Habitat</i>
2160		Dune con presenza di <i>Hippophae rhamnoides</i>
2270	*	Foreste dunari di <i>Pinus pinea</i> e/o <i>Pinus pinaster</i>
3230		Fiumi alpini e loro vegetazione riparia legnosa di <i>Myricaria</i>
3240		Fiumi alpini e loro vegetazione riparia legnosa di <i>Salix elaeagnifolia</i>
4030		Lande secche (tutti i sottotipi)
4060		Lande alpine e subalpine
5130		Formazioni di <i>Juniperus communis</i> su lande o prati calcarei
5210		Formazioni di ginepri
9110		Faggeti del <i>Luzulo-Fagetum</i>
9150		Faggeti calcicoli (<i>Cephalantho-Fagion</i>)
9180	*	Foreste di valloni del <i>Tilio-Acerion</i>
91E0	*	Foreste alluvionali residue del <i>Alnion glutinoso-incanae</i>
91F0		Boschi misti di quercia, olmo e frassino di grandi fiumi
91L0		Quercio-carpineti d'impluvio (ad influsso orientale)
9210	*	Faggeti degli Appennini con <i>Taxus</i> e <i>Ilex</i>
9220	*	Faggeti degli Appennini con <i>Abies alba</i>
9260		Castagneti
92A0		Foreste a galleria di <i>Salix alba</i> e <i>Populus alba</i>
9340		Foreste di <i>Quercus ilex</i>
9430	*	Foreste di <i>Pinus uncinata</i>
9540		Pinete mediterranee di pini mesogeni endemici
Psy		Pinete appenniniche di pino silvestre
Qc		Querceti misti dei terrazzi alluvionali antichi

Tabella 1. Elenco degli habitat forestali di interesse comunitario individuati nei siti natura 2000 dell'Emilia-Romagna.

SUMMARY

REGIONAL MAP OF COMMUNITY INTEREST HABITATS

The Parks Service and Forest Resources of the Region Emilia-Romagna has published a map navigation tool (<http://www.regione.emilia-romagna.it/natura2000/indice/gisweb.html>) which allows consultation online for geographic databases on the regional information system of protection of natural heritage.

The tool shows the network of natural parks and Natura 2000 sites (SIC and ZPS), extended to about 13% of region, almost 3000 square kilometers, and highlights the Map of Community interest habitats, the result of investigations about detection, location and representation of the natural environments of most interest for conservation, conducted over 71 types of which 21 forest.

At the same time, is available the specific description of habitats, with some considerations about management, found in the manual attached "The Community Interest habitats reported in Emilia-Romagna" posted to the site

http://www.regione.emiliaromagna.it/natura2000/download/testoRER_habitat_natura_2000.pdf.

So the Map of Community interest habitats in Emilia-Romagna is a virtual window wide open nature, designed for professionals but addressed to the general public as a powerful tool to disseminate environmental issues. It's also the first step in the development of measures for the conservation and management guidelines, currently under study, to be shared and taken to ensure the preservation of species and habitats in favourable conservation status.

The forest biodiversity, in particular, is expected to be favored by adopting specific criteria for biological and structural diversity, basically passing through the care of dead wood and regeneration of the woods, under careful and integrated planning of forestry choices.

A set of general guidelines for planning and forest management in Natura 2000 sites, is followed by discussions on specific cultural and logistical arrangements for action by conservative aims not only to the environment and species, but to forestry too, to be implemented as a basic principle of assessing the impact and as a useful reference for sustainable forest management.

IL PIANO DI GESTIONE DEL COMPLESSO REGIONALE FORESTE CASENTINESI (AR): LA SELVICOLTURA QUALE STRUMENTO DI REALIZZAZIONE DELLE FINALITÀ DEL PARCO NAZIONALE

(*) *Comunità Montana del Casentino, Ponte a Poppi (AR)*

(**) *D.R.E.Am. Italia, Ponte a Poppi (AR)*

Viene presentato il piano di gestione 2008-2017 del complesso Foreste Casentinesi (Ha 5.868), appartenente al patrimonio della Regione Toscana in gestione alla Comunità Montana del Casentino, ricadente in gran parte all'interno del Parco Nazionale Foreste Casentinesi, Monte Falterona e Campigna.

Il piano ha recepito le finalità del piano del Parco, utilizzando la possibilità di deroga dalle disposizioni ordinarie per approntare strumenti adeguati a una realtà complessa, in cui i valori ambientali coesistono con un'attività selvicolturale legata a importanti filiere produttive con radici culturali millenarie nell'esperienza dei monaci camaldolesi.

Particolare attenzione è posta agli interventi idonei a favorire la successione vegetazionale naturale degli impianti di conifere non autoctone verso formazioni seminaturali, alla tutela delle abetine più stabili o facenti parte del paesaggio storicizzato casentino, alla messa a punto di un sistema per la tutela della rinnovazione posticipata di abete dalla brucatura del cervo, alla definizione di moduli d'intervento dettagliati, alla salvaguardia delle aree aperte, alla individuazione di interventi particolari non pianificati per aumentare la biodiversità e favorire la fruizione turistico-ricreativa.

Parole chiave: piano di gestione, foreste casentinesi, parco nazionale, abetina, fauna.

Key words: management plan, casentinesi forests, national park, fir-wood, fauna.

Mots clés: plan de gestion, foreste casentinesi, parc national, sapinière, faune.

PREMESSA

Il piano di gestione interessa il complesso "Foreste Casentinesi" appartenente al patrimonio agricolo forestale della Regione Toscana e gestito dalla Comunità Montana del Casentino. Il piano è stato finanziato dalla Regione e realizzato in applicazione delle norme contenute nel manuale operativo "Riferimenti Tecnici per la redazione dei Piani di Gestione del Patrimonio Agricolo Forestale della Regione Toscana" approvato con Decreto n.6.679 dell'11 novembre 2004.

COLLOCAZIONE E CARATTERI GENERALI

Il complesso regionale "Foreste Casentinesi", esteso 5.868 ettari, è localizzato nel versante sud-occidentale della valle del Casentino, in Provincia di Arezzo.

L'altitudine varia da quote minime comprese fra 600 e 700 m s.l.m. fino allo spartiacque principale dell'Appennino tosco-romagnolo dove si raggiungono le quote massime sulla cima di Monte Falterona (1.654 m s.l.m.) e di Monte Falco (1.658 m s.l.m.).

Le formazioni geologiche più diffuse sono il Macigno del Chianti e il Macigno del Mugello. I suoli sono prevalentemente di tipo bruno acido.

Secondo la classificazione fitoclimatica del Pavari, le porzioni del complesso situate alle quote inferiori si collocano a cavallo tra il *Lauretum* freddo e il *Castanetum* caldo, mentre la fascia montana di maggiore altitudine si colloca nella sottozona fredda del *Fagetum*.

LA STORIA

Il complesso regionale è inserito nel più vasto comprensorio forestale che si estende a cavallo dell'Appennino tosco

emiliano denominato Foresta Casentinese. La gestione unitaria della foresta inizia attorno al Mille sotto il dominio dei Conti Guidi di Modigliana e Poppi, per passare tra il 1380 e il 1442 all'Opera del Duomo di Firenze.

Nel 1785 la foresta raggiunse la massima estensione di 14.000 ettari, seguita da una drastica riduzione a causa di donazioni e concessioni a favore delle comunità limitrofe. L'obiettivo principale fu quello di salvaguardare le abetine di maggior pregio che producevano legname da opera molto richiesto per l'edilizia e l'armamento delle navi.

Nel 1838 la foresta, divenuta parte delle Regie Possessioni del Granduca di Toscana, fu affidata alla direzione del tecnico boemo *Karl Simon* che avviò vasti rimboschimenti con impiego quasi esclusivo di abete bianco e la costruzione di strade per favorire l'esbosco del legname.

Nel 1914 la foresta fu acquistata dallo stato italiano e iniziò un processo di netto miglioramento e potenziamento.

Nel 1974 l'avvento delle Regioni ha mutato l'assetto amministrativo della foresta che risulta divisa tra gestione regionale e gestione statale. La porzione regionale ricadente in Provincia di Arezzo nel 1977 è stata affidata in gestione alla Comunità Montana del Casentino.

A confine con la Foresta Casentinese si era formata, a partire dall'XI secolo, la proprietà dei monaci camaldolesi, estesa oltre 1000 ettari; qui i monaci svilupparono una gestione forestale di elevato livello, fino all'esproprio del 1866 e al passaggio allo Stato italiano.

LA PIANIFICAZIONE FORESTALE NEL PASSATO

La porzione di foresta appartenente ai monaci camaldolesi fu gestita fino dal XII secolo secondo specifiche norme selvicolturali; nel 1520 queste furono riunite nel codice Giustiniani. La custodia della foresta fu parte integrante della regio-

la eremitica e l'azione principale era costituita dalla coltivazione dell'abete bianco.

Regole di gestione forestale simili a quelle camaldolesi furono emanate e applicate anche dall'Opera del Duomo.

Durante l'amministrazione di *Karl Simon* furono redatti inventari e cartografie della foresta necessari alla pianificazione e all'incremento delle attività selvicolturali e agricole.

L'amministrazione statale consentì la redazione dei piani di assestamento per la Foresta di Camaldoli (1926) e per le Foreste di Campigna e di Badia Prataglia (1934) soggetti successivamente a ripetute revisioni. La Comunità Montana del Casentino ha predisposto un primo piano di gestione con validità 1980-1989, seguito da una revisione con validità 1994-2003 e quindi dall'attuale piano con validità per il decennio 2008-2017.

L'ATTIVITÀ SELVICOLTURALE IN CASENTINO

La valle del Casentino ha un'estensione di 86.000 ettari di cui 60.000 coperti da boschi; la popolazione residente è di 44.000 abitanti. La produzione di assortimenti legnosi, al lordo della prima lavorazione, raggiunge annualmente 14 milioni di euro, di cui oltre 3 milioni di euro prodotti nei 11.650 ettari di proprietà regionale. Nel complesso Foreste Casentinesi si stima una produzione annua di 1,2 milioni di euro.

GLI AMBITI ISTITUZIONALI ATTUALI

Il territorio del complesso "Foreste Casentinesi" ricade per 5.247 ettari entro i confini del Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi, Monte Falterona e Campigna.

Secondo la zonizzazione approntata con il piano del Parco, attualmente nella fase finale di approvazione, ricadono nella zona A "Riserva integrale" 113 ettari, nella zona B "Aree di particolare interesse ecologico, scientifico, sperimentale, monumentale, paesaggistico" 1.888 ettari, nella zona C "Aree a prevalente destinazione forestale, agricola, sportiva" 3.239 ettari, nella zona D "Aree urbane" 7 ettari.

Il complesso è inoltre interessato da cinque siti di interesse comunitario e regionale e da una zona di protezione speciale. Tra le misure di conservazione sono segnalate le azioni volte al mantenimento delle praterie di crinale (nardeti) e più in generale delle aree aperte, al mantenimento di ampie porzioni di abetina pura, all'incremento dei livelli di maturità e complessità dei soprassuoli forestali.

LE TIPOLOGIE FISIONOMICHE

Lo studio forestale realizzato per la stesura del piano di gestione ha evidenziato che il complesso è interessato per il 59% da boschi di latifoglie (ha 3.480), per il 35% da boschi di conifere (ha 2.050) e per il 6% da aree aperte (ha 338). Il coefficiente di boscosità è pari al 94%.

Come si osserva in Tabella 1, le categorie forestali (secondo Mondino GP., e Bernetti G., 1998) più rappresentate sono le faggete (37%), le abetine (15%), le cerrete (14%) le pinete di pino nero (12%) e le douglasiete (6%).

L'età media dei boschi è compresa tra 60 e 65 anni; le classi di età più rappresentate sono quelle tra 50-80 anni, mentre i boschi al di sotto dei 30 anni interessano solamente il 2,8% della superficie, (Tabella 2).

Il governo a fustaia è nettamente prevalente (4.133 ettari) oltre a 1.035 ettari di fustaie derivanti da invecchiamento del ceduo e 75 ettari di castagneti da frutto. Il ceduo interessa una superficie di soli 287 ettari.

IL PIANO DI GESTIONE 2008-2017

Il lavoro di pianificazione ha fatto proprie le finalità generali contenute nel piano del Parco utilizzando la possibilità della deroga, prevista per i piani delle proprietà pubbliche, per approntare strumenti di gestione adeguati a una realtà complessa e diversificata in cui i valori ambientali coesistono con un'attività selvicolturale intensa, legata a importanti filiere produttive, a cui va fatta risalire l'origine di un ambiente forestale particolare.

Durante la redazione del piano si è instaurato un proficuo confronto fra il personale dell'Ente Parco, del Coordinamento Territoriale per l'Ambiente del Corpo Forestale dello Stato, della Regione Toscana, della Comunità Montana e della D.R.E.Am. Italia (società incaricata della redazione del piano) finalizzato alla verifica puntuale delle previsioni di intervento. Da questo confronto risultano valorizzate sia la funzione programmatica dell'Ente Parco sull'intero territorio sia la funzione programmatica della Regione e della Comunità Montana all'interno della proprietà gestita.

La collaborazione ha permesso di superare una situazione di conflitto creatasi nel primo decennio di istituzione del Parco nel corso del quale erano emerse sostanziali divergenze tecniche in particolare sulle modalità di esecuzione dei tagli intercalari nelle giovani fustaie.

Restano alcuni problemi legati al contenuto del piano del Parco, laddove i limiti posti sono originati da provvisorie volontà di salvaguardia divenute successivamente permanenti.

L'integrale applicazione delle previsioni d'intervento del piano di gestione del complesso regionale può costituire l'occasione per una migliore messa a punto degli strumenti idonei a perseguire le finalità individuate dallo stesso piano del Parco.

INDIRIZZI GESTIONALI E SELVICOLTURALI

I criteri gestionali contenuti nel piano sono ascrivibili ai principi della selvicoltura naturalistica, identificata come miglior sistema colturale idoneo a garantire un'efficace multifunzionalità, che associa alla tutela e al miglioramento dell'ambiente forestale una visione ecosistemica sensibile alla componente faunistica e paesaggistica, alla conservazione e allo sviluppo delle attività economiche di coltivazione e trasformazione del legno. In questa finalità generale risulta perfettamente inserita anche la volontà di conservazione di formazioni forestali artificiali di abete bianco e dei castagneti da frutto che caratterizzano l'ambiente delle Foreste Casentinesi.

Tra i molteplici indirizzi specifici si ricordano:

- la suddivisione delle abetine in due comprese, di cui una definita "abetine in evoluzione" così da considerare in modo dinamico i processi evolutivi che si manifestano in questi soprassuoli come la graduale trasformazione in formazioni miste con faggio e altre latifoglie autoctone;
- l'individuazione degli interventi selvicolturali idonei a favorire la successione vegetazionale negli impianti puri di conifere non autoctone;

- l'aumento dei livelli di maturità e complessità strutturale delle faggete;
- la salvaguardia delle residue aree aperte tramite il mantenimento e il ripristino dei pascoli utilizzabili e il periodico controllo della vegetazione arbustiva;
- il generale miglioramento delle caratteristiche ecologiche e dei livelli di naturalità delle formazioni forestali;
- la programmazione di interventi selvicolturali compatibili con le consistenti popolazioni di ungulati.

Gli indirizzi gestionali e le modalità di intervento recepiscono le indicazioni e le prescrizioni contenute negli studi settoriali svolti nell'ambito della redazione del piano di gestione (studio vegetazionale, studio ornitologico e studio teriologico) nonché la zonizzazione del Parco.

LE COMPRESSE

Sono state adottate comprese di tipo colturale basate sulle scelte gestionali di breve e medio termine e sulle destinazioni evolutive; questa impostazione deriva dall'esperienza accumulata nei precedenti piani di gestione constatando come molte formazioni hanno mostrato dinamiche tali da richiedere una revisione degli orientamenti gestionali.

LA GESTIONE DELLE ABETINE

La fustaia pura e coetanea di abete bianco rappresenta la tipologia forestale con maggior valore storico-monumentale-culturale e paesaggistico-ambientale.

Nel piano di gestione la compresa "abetine" ha un'estensione di 236 ettari e include le fustaie più stabili e di maggior interesse. Gli altri soprassuoli di abete sono inseriti nella compresa "abetine in evoluzione" e presentano già elementi strutturali, tipologici ed evolutivi di minore certezza.

La finalità di conservazione dell'abetina ha imposto la redazione di un piano particolareggiato, che consiste in uno studio di maggior dettaglio su 188 ettari di fustaie di abete bianco, strettamente integrato con il piano di gestione.

Il trattamento di rinnovazione prescritto per queste abetine è il taglio raso su piccole superfici con rinnovazione artificiale posticipata. Il turno minimo di maturità è di 100 anni, così come previsto nel piano del Parco.

Nel decennio di validità è prevista l'esecuzione di 51 tagli di rinnovazione per un superficie complessiva di 21,9 ettari e una superficie media per tagliata di 0,43 ettari (compresa tra 0,25 e 0,65 ettari). Tali dimensioni costituiscono il livello minimo ammissibile per questa forma di trattamento anche se le prescrizioni contenute nel piano del Parco indicano estensioni unitarie non superiori a 0,15 ettari.

Sono inoltre previsti tagli a buche con superficie inferiore a 0,15 ettari su una superficie complessiva di 6,8 ettari. Viene data priorità alla rinnovazione dei 67 ettari di abetina ricadenti nella zona B3 del Parco (monumentale) caratterizzata dalle fustaie di età più elevata. Dopo il taglio dell'abetina è previsto l'impianto artificiale con almeno il 90% di abete. Il confronto tra il piano particolareggiato delle abetine del 1994 e l'attuale mostra con evidenza come i processi evolutivi, in assenza dei tagli a raso con rinnovazione posticipata, conducono inevitabilmente al bosco misto a prevalenza di faggio.

Le Foreste Casentinesi ospitano consistenti popolazioni di ungulati (cinghiale, capriolo, daino, cervo); la sola popola-

zione di cervo gravitante nell'area del Parco e censita raggiunge i 3.000 capi.

I danni provocati dagli ungulati interessano ormai la totalità della rinnovazione forestale sia naturale che artificiale. Fino dal 1987 nei rimboschimenti di abete sono state impiegate protezioni individuali in rete metallica che si sono però dimostrate inefficaci nei confronti del cervo. Attualmente è già in fase di sperimentazione la realizzazione di chiudende di piccole dimensioni disposte all'interno della tagliata; la suddivisione della superficie in rinnovazione in più comparti riduce il rischio di fallimento per rottura della recinzione dovuta alla caduta di alberi limitrofi, permette la libera circolazione degli animali nei corridoi tra una struttura e l'altra e lo sfruttamento delle risorse trofiche che si vengono a creare. La loro realizzazione richiede costi elevati, ma al momento, questo può essere considerato l'unico sistema applicabile per proteggere i giovani impianti e per garantire la conservazione dell'abetina.

I PRINCIPALI INTERVENTI DEL DECENNIO

Come si può osservare nella Tabella 4 la maggior parte degli interventi previsti nel decennio di validità del piano di gestione è costituita dai tagli intercalari sia perché in tutte le comprese si prospettano turni praticamente indefiniti, sia perché l'obbiettivo degli interventi selvicolturali è finalizzato alla rinaturalizzazione dei boschi, dove solo con opportuni diradamenti si regolano i rapporti di mescolanza fra le specie e si creano le condizioni per l'ingresso di specie autoctone.

Escludendo gli interventi di rinnovazione delle abetine, l'obbiettivo è quello di evitare il più possibile nuovi impianti artificiali favorendo i processi di insediamento naturale. La scelta di non prevedere turni viene applicata anche ai boschi di conifere la cui evoluzione porterà alla formazione di soprassuoli di aspetto monumentale con livelli strutturali alquanto compositi e articolati (douglasiete e pinete). Per le faggete sono previsti localizzati tagli di sementazione di modesta estensione a scopo sperimentale per verificare le potenzialità di disseminazione e di rinnovazione in varie zone del complesso. Viene rafforzata la necessità della salvaguardia delle aree non boscate tramite il ripristino e il miglioramento dei pascoli utilizzati per uso zootecnico mentre per le altre tipologie di aree aperte non utilizzate sono previsti interventi periodici di mantenimento e di controllo della vegetazione arbustiva.

Il piano degli interventi prevede 3265,5 ettari di interventi forestali e 191 ettari di interventi agronomici e di salvaguardia delle aree aperte; su una superficie di 2.380 ettari, pari al 40% del complesso non sono previsti interventi nel decennio di validità. Il 90% degli interventi ricade all'interno del Parco Nazionale, il 26% in zona B e il 64% in zona C.

ALTRI INTERVENTI

Il piano di gestione prevede interventi particolari "non pianificati" con lo scopo di aumentare la biodiversità (tagli di margine tra faggete e abetine, introduzione di abete bianco nelle faggete, introduzione di specie nelle pinete e nelle cerrete); protezione di dinamiche successionali in atto; interventi di contenimento della vegetazione lungo la viabilità forestale; interventi di messa in sicurezza di fabbricati e strutture turistiche; interventi di mantenimento dei punti panoramici.

I MODULI D'INTERVENTO

Per tutti gli interventi previsti dal piano sono stati predisposti moduli d'intervento contenenti la descrizione dei soprassuoli interessati, gli obiettivi dell'intervento, la descrizione dettagliata dell'intervento, il prelievo espresso sia in numero di piante che in area basimetrica. Ciascun modulo fa riferimento ad aree dimostrative permanenti sulle quali l'intervento è stato applicato. Per i soli interventi selvicolturali sono stati predisposti 22 moduli e realizzate 26 aree dimostrative permanenti. Questo metodo consentirà ai selvicoltori di operare nella certezza del rispetto delle norme colturali previste dal piano di gestione e al personale del Parco di effettuare oggettivamente la vigilanza sui tagli. Nel rispetto delle finalità colturali sono stati programmati interventi con risultati provvisori significativi, cercando in tal modo di svincolare la fattibilità degli interventi dalla disponibilità di finanziamenti di supporto. A tal fine sono stati previsti intervalli di ripetizione più lunghi. I moduli sono stati predisposti anche per gli interventi di gestione dei pascoli, di salvaguardia delle altre aree aperte e per la manutenzione della viabilità forestale di servizio.



Figura 1. Fustaia adulta di abete con sottopiantagione di faggio.
Figure 1. Fir-tree stage with underplanting of beech.
Figure 1. Futaie adulte de sapin avec sous-plantation de hêtre.

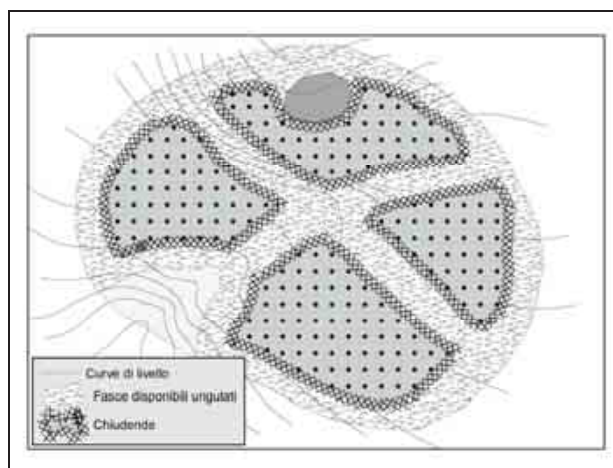


Figura 2. Esempio di rimboscimento protetto da chiudende.
Figure 2. Example of afforestation protected by enclosures.
Figure 2. Exemple de repeuplement protégé par des clôtures.

Categoria forestale	Superficie (ha)	%
Faggete	2.164,1	37%
Castagneti	241,2	4%
Cerrete	818,2	14%
Querceti di Roverella	206,1	4%
Ostrieti	50,4	1%
Abetine	902,8	15%
Impianti di Douglasia	323,9	6%
Pinete di rimboscimento di Pino nero	716,7	12%
Impianti di specie non spontanee di minore pregio	106,3	2%
Arbusteti di post-coltura	101,4	2%
Aree non boscate	237,2	4%
Totale	5.868,3	

Tabella 1. Categorie forestali presenti nel complesso.
Table 1. Forest categories growing in the complex.
Tableau 1. Catégories forestières se trouvant dans le complexe.

Uso del suolo	1-20	21-40	41-60	61 - 80	81 - 100	>100	Indet.	Totale (ha)
Fustaia di abete bianco	19,3	58,2	164,0	112,9	90,0	117,8	3,8	566,0
Fustaia di douglasia	0,0	90,6	139,7	16,1		0,0	1,7	248,1
Fustaia di pino nero	0,8	77,5	259,6	129,6	24,9	0,0	2,4	494,8
Altre fustaie di conifere	4,3	87,7	144,4	14,2	11,4	9,1	10,3	281,4
Fustaia conifere e latifoglie	7,6	99,9	227,8	179,1	12,1	18,2	17,1	561,8
Fustaia di faggio	0,8	17,2	79,8	431,3	460,2	189,9	23,1	1202,3
Fustaia di cerro	0,0	50,2	192,4	202,4	0,0	0,0	7,3	452,3
Altre fustaie di latifoglie	0,0	32,9	124,2	122,5	0,0	17,2	18,7	315,5
Castagneti da frutto	0,0	0,0	2,1	3,4		0,0	69,6	75,1
Cedui	2,3	99,0	543,9	605,6	47,2	0,0	14,7	1312,7
Boschi di neoformazione	0,0	0,0	2,3			0,0	17,8	20,1
Totale (ha)	35,1	613,2	1880,2	1817,1	645,8	352,2	186,5	5530,1

Tabella 2. Tipi di uso del suolo e classi di età (superficie in ha).
Table 2. Types of land use and age classes (surface in hectares).
Tableau 2. Types d'utilisation du sol et classes d'âge (surface en hectares).

<i>Compresa</i>	<i>Superficie ha</i>
Abetine	235,9
abetine in evoluzione	313,1
fustaie di douglasia	230,6
fustaie di pino nero	315,6
boschi misti conifere e conifere-latifoglie	664,3
boschi di faggio	1.045,5
boschi di cerro	493,5
boschi misti di latifoglie	224,6
boschi in successione	144,4
castagneti da frutto	64,7
boschi a evoluzione naturale	1.685,7
riserva integrale	111,8
pascoli e coltivi	197,2
altre superfici	38,2
Arbusteti	103,3

Tabella 3. Comprese previste dal piano di gestione.
Table 3. Economic classes provided for by the management plan.
Tableau 3. Classes économiques prévues par le plan de gestion.

<i>Tipo di intervento</i>	<i>Superficie (ha)</i>
Recupero e/o miglioramento castagneti	22,5
Cure ordinarie castagneti	40,0
Taglio ceduo semplice e ceduo semplice invecchiato	26,3
Taglio di sementazione	11,8
Taglio raso fustaia	28,8
Rimboschimento	29,3
Cure colturali giovani impianti abete	30,7
Tagli intercalari: diradamento libero	697,7
Tagli intercalari: diradamento dal basso	2045,1
Tagli intercalari: diradamento dall'alto	5,2
Avviamento a fustaia taglio di avviamento	142,3
Diradamento a scopo fitosanitario	185,8
Recupero pascoli cespugliati	25,4
Miglioramento pascoli e prati-pascoli	83,8
Interventi speciali di salvaguardia habitat	47,1
Cure ordinarie pascoli e prati-pascoli	35,0
Interventi nelle aree di sosta e nelle aree urbanizzate	17,0
Totale	3473,7

Tabella 4. Interventi previsti dal piano di gestione.
Table 4. Activities provided for by the management plan.
Tableau 4. Activités prévues par le plan de gestion.

SUMMARY

THE MANAGEMENT PLAN 2008-2017 OF THE COMPLEX FORESTE CASENTINESI

The Management Plan 2008-2017 of the complex Foreste Casentinesi, a part of the forests of the Tuscany Region managed by the Comunità Montana del Casentino, placed mostly within the National Park of the Foreste Casentinesi, Monte Falterona and Campigna, is now being presented.

The Plan absorbed the aims of the Park's Plan, availing itself of the possibility of departure from ordinary

provisions in order to get tools suitable for a multifaceted reality, where environmental values coexist with a silvicultural activity related to important production chains, with millenary roots to be found in the experience of Camaldolensian monks.

Special attention is paid to activities regarded as suitable to favour natural vegetational succession of non-autochthonous conifer afforestation, compared to semi-natural formations; to the protection of fir-woods, more stable or regarded as a part of Casentino historical landscape; to the creation of a system for the protection of fir-tree deferred regeneration from browsing; to the definition of detailed activities; to the protection of clearings; to the definition of particular unplanned activities, aiming at increasing biodiversity and encouraging their use from a tourist and recreation point of view.

RÉSUMÉ

LE PLAN DE GESTION 2008-2017 DU COMPLEXE DES FORESTE CASENTINESI

Le plan de gestion 2008-2017 du complexe des Foreste Casentinesi (ha 5.868), qui appartient au patrimoine de la Région Toscane et qui a été donné en gestion à la Comunità Montana del Casentino, va être présenté ici; ce complexe se trouve en grande partie à l'intérieur du Parc National des Foreste Casentinesi, Monte Falterona e Campigna.

Le plan a assimilé les objectifs du plan du Parc, se servant de la possibilité de déroger aux dispositions ordinaires à fin de mettre au point les instruments adéquats pour une réalité complexe, dont les valeurs environnementales coexistent avec une activité silviculturale liée à d'importantes chaînes de productions, ayant des racines millénaires dans l'expériences des moines camaldules.

Une attention particulière est donnée aux activités visant à encourager la succession végétationnelle naturelle des implantations de conifères non autochtones par rapport à des formations semi-naturelles, tout comme la protection des sapinières plus stables ou bien étant partie du paysage historique du Casentino, la mise au point d'un système pour la protection de la régénération différée du sapin par rapport au broutage; la définition d'activités détaillées non programmées, visant à augmenter la biodiversité et à favoriser son emploi du point de vue touristique et du loisir.

BIBLIOGRAFIA

- AA. VV., 1994 – *Piano di Gestione Forestale 1994-2003 - complesso forestale "Foreste Casentinesi". Comunità Montana del Casentino*. D.r.e.am. Italia (non pubb.).
- AA. VV., 2004 – *Riferimenti tecnici per la redazione dei Piani di Gestione del Patrimonio Agricolo-Forestale della Regione Toscana*. Regione Toscana. Giunta Regionale. Edizioni Regione Toscana. Firenze.
- AA. VV., 2006 – *Progetto Arsia Regione Toscana. Selvicoltura sostenibile nei boschi cedui*. Annali Ist. Sper. Selv. Arezzo.

- Amorini E. et. al., 1995 – *Le faggete di origine agamica: evoluzione naturale e modello culturale per l'avviamento ad alto fusto*. Estratto dagli atti del seminario "Funzionalità dell'Ecosistema Faggeta". Accademia Italiana di Scienze Forestali. Firenze.
- Amorini E. et. al., 1998 – *Modelli di previsione delle masse legnose e delle biomasse per i cedui di cerro della Toscana centro-meridionale*. Annali Istituto Sperimentale per la Selvicoltura. Arezzo. Vol 29 (pag.48).
- Arrigoni P.V. e al. 1998 – *La vegetazione forestale. Boschi e macchie di Toscana*. Edizioni Regione Toscana.
- Balzani A., 2004/05 – *Tipologia evolutiva e proposte gestionali delle abetine casentinesi*. Tesi di laurea. Non pubb.
- Balzani A., Bianchi L., Paci M., Quilghini G., 2006 – *Selvicoltura nelle abetine casentinesi*. Sherwood n.119 (5-9).
- Bernetti G., 1995 – *Selvicoltura speciale*. UTET. Torino.
- Bernetti G., 1987 – *I Boschi della Toscana*. Edagricole. Bologna.
- Bernetti G., 2005 – *Atlante di selvicoltura*. Edagricole. Bologna.
- Bernetti G., La Marca O., 1983 – *Elementi di dendrometria*. SCAF Edizioni. Poppi (Ar).
- Bertini G., 2000 – *Criteri di diradamento in perticaie di pino nero nel Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi, Monte Falterona, Campigna*. Tesi di laurea. Facoltà di Agraria. Università degli Studi. Firenze.
- Bianchi L., 1999 – *Tipologia evolutiva dei rimboschimenti di pino nero del Casentino*. Tesi di laurea. Facoltà di Agraria. Università degli Studi. Firenze.
- Bianchi L., 2003 – *Analisi comparativa di intensità di diradamento in parcelle sperimentali di pino nero nel Parco Nazionale Foreste Casentinesi, Monte Falterona e Campigna (Ar-FC)*. Tesi di dottorato di ricerca in arboricoltura da legno. Università degli Studi della Basilicata. Potenza.
- Bianchi L., et. al., 2005 – *La selvicoltura delle pinete della Toscana*. ARSIA Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione nel settore Agricolo Forestale. Firenze.
- Bianchi L., Paci M., Tartaglia C., 2007 – *Rinnovazione naturale di abete bianco. Caratteri del novellame e danni da fauna*. Sherwood n. 129: 7-11.
- Borchi S., 1989 – *Foreste Casentinesi*. D. R. E. AM. Italia, Poppi.
- Borchi S., 1989 – *Il ruolo del patrimonio forestale della regione Toscana nella conservazione delle Foreste Casentinesi*. In: Anon. Atti del convegno Le Foreste casentinesi: problemi di gestione e conservazione, Poppi, 4 giugno 1987: 33-50.
- Borchi S., 2005 – (a cura di). *Conservazione delle praterie montane dell'Appennino toscano*. Atti del convegno finale del progetto LIFE Natura NAT/IT/7239. Comunità Montana del Casentino. Arti Grafiche Cianferoni. Stia (Ar).
- Bresciani A., Fratini R., Lorenzoni M., Piegai F., 2007 – *Tempi e costi nelle utilizzazioni boschive. Analisi tecnico-economica negli interventi selvicolturali in una Comunità Montana*. Sherwood n. 130: 5-11.
- Budroni N., 2005 – *Relazioni tra diradamenti e danni da eventi meteorici in abetinedi abete bianco e pinete di pino nero nel Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi M. Falterona e Campigna*. Tesi di laurea. Facoltà di Agraria. Università degli studi Firenze.
- Cammarata F.P., 2005 – *Ipotesi di gestione dei soprassuoli di douglasia, abete bianco e faggio nel Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi*. Tesi di laurea. Facoltà di Agraria. Università degli Studi Firenze.
- Campedelli T., Tellini Florenzano G., Mini L., Londi G., 2006 – *Nuovi pascoli per latottavilla*. Sherwood n. 130: 17-20.
- Capretti P., 2005 – *Indagine fitopatologia sull'abetina del Pigelleto*. Facoltà di Agraria. Università degli Studi di Firenze. Dipartimento di Patologia Vegetale. Firenze.
- Checcacci E., 2001 – *Diradamenti nelle abetine del Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi, Monte Falterona e Campigna: possibili effetti sulla biodiversità*. Tesi di laurea. Facoltà di Agraria. Università degli Studi. Firenze.
- Ciancio O., Nocentini S., 2003 – *Il bosco ceduo. Selvicoltura Assestamento e Gestione*. Accademia Italiana di Scienze Forestali. Firenze.
- Cutini A. e Nocentini S., 1989 – *Prove sperimentali di diradamento su popolamenti di douglasia in Toscana*. Annali dell'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura. Arezzo. Volume XX: (69-149).
- Ducci M., 2004 (a cura di) – *Santuari etruschi in Casentino. Il lago degl'Idoli. Primi risultati della recente campagna di scavi*. Comunità Montana del Casentino. Poppi (AR).
- Dream Italia, 2001 – *La vegetazione della Foresta di S. Antonio – Piano di Gestione Forestale della Foresta di S. Antonio*. C.M. Montagna Fiorentina; manoscritto.
- Dream Italia, 2004 – *La vegetazione dell'Azienda di Rincine, 2004 – Piano di Gestione Forestale dell' Azienda di Rincine*. C.M. Montagna Fiorentina; manoscritto.
- Ducci F., Proietti R., 1997 – *Aspetti genetici delle risorse di abete bianco (Abies alba Mill.) nel comprensorio del Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi*. Annali Istituto Sperimentale per la Selvicoltura. Arezzo.
- Fantoni I., 2001 – Non pubbl. *Diffusione del Rampichino alpestre (Certhia familiaris) e relazione con le caratteristiche stagionali e forestali delle abetine nel Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi, M. Falterona e Campigna*. Tesi di Laurea.
- Gabrielli A., Settesoldi E., 1977 – *La storia della Foresta Casentinese nelle carte dell'Archivio dell'Opera del Duomo di Firenze dal secolo XIV al XIX*. Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste, Roma. Tipolitografia Edigraf, Roma.
- Gallina S., Nocentini S., Verani S., 1993 – *Il secondo diradamento in impianti di douglasia: aspetti colturali e di utilizzazione*. Annali dell'Istituto Sperimentale di Selvicoltura Volume XXIV: 23-36.
- Giovannini G., Chines A., Gandolfo G., 2003 – *Danni da ungulati selvatici in boschi cedui. Effetti delle modalità di utilizzazione forestale*. Sherwood n. 85 (9-16).
- Gualazzi S., Gellini S. (a cura di), 2001 – *I vertebrati del Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi. Stato delle conoscenze. Indicazioni per la conservazione e la gestione*. Relazione non pubblicata.
- Gualazzi S., 2004 – *Offerta alimentare e utilizzazione da parte di ungulati selvatici. Un'esperienza nel Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi (Toscana)*. Sherwood n. 102 (25-29).
- Gualazzi S., 2005 – *Monitoraggio faunistico di base e studi di eco-etologia delle comunità ornitiche nel patrimonio agricolo-forestale della Regione Toscana, Comple-*

- so Foreste Casentinesi. Cap. 6. Valutazioni di impatto. Regione Toscana, Comunità Montana del Casentino. (Non pubb.).
- Hippoliti G., 1997 – *Appunti di meccanizzazione forestale*. Studio editoriale fiorentino, Firenze.
- Hippoliti G., 2006 – *Taglio a raso su piccole superfici*. Sherwood. Compagnia delle Foreste. Arezzo. Num.124 (24-25).
- Hippoliti G., Piegai F., 2000 – *La raccolta del legno. Tecniche e sistemi di lavoro*. Compagnia delle Foreste. Arezzo.
- La Marca O., 1999 – *Elementi di dendrometria*. Patron Editore. Bologna.
- Lapini L., Tellini G., 1990 – *La comunità ornitica nidificante in una fustaia di Abete bianco dell'Appennino Toscano*. Riv. Ital. Orn. 60 (1-2): 64-70.
- Lasagni L., 2005 – *Studio di un piano delle utilizzazioni e sua rappresentazione cartografica nel complesso forestale Vita- Mayer della Comunità Montana del Casentino (Ar)*. Tesi di laurea. Facoltà di Agraria. Università degli Studi. Firenze.
- Mencucci M., D'amico C., 2006 – *Effetti degli ungulati. Il caso del Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi, Monte Falterona e Campigna*. Sherwood n. 120 (3-6) e n. 121 (4-6).
- Mondino G.P., Bernetti G., 1998 – *I tipi forestali. Boschi e macchie di Toscana*. Regione Toscana. Giunta Regionale. Edizioni Regione Toscana. Firenze.
- Moriondo F., 1999 – *Introduzione alla patologia forestale*. UTET. Torino.
- Nocentini S., 2003 (a cura di) – *Monitoraggio dell'influenza della fauna selvatica omeoterma sui soprassuoli forestali nel Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi M. Falterona e Campigna*. Accademia Italiana di Scienze Forestali.
- Padula M., Crudele G., 1988 – *Le foreste di Campigna, Lama nell'Appennino tosco-romagnolo*. Regione Emilia Romagna. Coptip Modena.
- Pignatti S., 1980 – *Piani di vegetazione in Italia*. Giorn. Bot. Ital., 113: 411-428.
- Pignatti S., 1982 – *Flora d'Italia*. 1-3. Edagricole, Bologna.
- Pissi S., 2003/04 – *Influenza degli ungulati selvatici sulla rinnovazione delle abetine in gestione alla Comunità Montana del Casentino nel Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi M. Falterona e Campigna*. Tesi di laurea. Facoltà di Agraria. Università degli Studi. Firenze.
- Piussi P., 1994 – *Selvicoltura generale*. UTET. Torino.
- Rauty N., 2003 – *Documenti per la storia dei Conti Guidi in Toscana*. Le origini e i primi secoli, 887-1164. Firenze, Olschki doc. 185.
- Reimoser F., 2005 – *Il ruolo della selvicoltura nella gestione faunistica*. Sherwood n. 112 (19-23).
- S.C.A.F., 1984 – *Piano di Assestamento delle Foreste Casentinesi 1980/1989*, a cura di S. Borchì, Comunità Montana del Casentino – Stia.
- Senn J., Wasem U., Oswald O., 2004 – *Impatto di ungulati sulla rinnovazione in aree crollate*. Sherwood 103 (5-11).
- Sposimo P., Castelli C., 2005 (a cura di) – *La biodiversità in Toscana. Specie e habitat in pericolo*. Renato. Regione Toscana, ARSIA, Museo di storia naturale, Università degli studi di Firenze.
- Tartaglia C., 2004 – *Alcuni aspetti della rinnovazione naturale di abete bianco in Casentino*. Tesi di laurea. Facoltà di Agraria. Università degli Studi. Firenze.
- Tassinari F., 2003 – *Dinamiche strutturali nelle abetine delle Foreste Casentinesi*. Tesi di laurea. Facoltà di Agraria. Università degli Studi. Firenze.
- Tellini Florenzano G., 2004 – *Gli uccelli nidificanti nel sistema abetina-faggeta Effetti del passaggio da abetina a boschi misti nel Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi*. Sherwood. Compagnia delle Foreste. Arezzo. N. 98.
- Tellini Florenzano G., et. al., In fase di stampa. *Effetto dell'ambiente a scala di habitat e di paesaggio su struttura e composizione della comunità ornitica delle abetine casentinesi (Appennino Settentrionale)*. Rivista Italiana di Ornitologia. D.R.E.Am. Italia S.c.r.l. Poppi (Ar).
- Tellini Florenzano G., Valtriani M., Ceccarelli P. P., Gellini S., 2002 – *Uccelli delle praterie appenniniche. Uno studio in un'area di Importanza Comunitaria all'interno del Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi, M. Falterona e Campigna*. I quaderni del Parco, Serie natura, Ente Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi, M. Falterona e Campigna, pp. 26.
- U.E., 1999 – *Interpretation manual of European union habitats*.
- Tiberi R., Capretti P., 1993 – *Atti del convegno Le avversità delle abetine in Italia, Vallombrosa (Firenze), 25-26 giugno 1992*. Università degli studi di Firenze, Istituto di Patologia e Zoologia Forestale e Agraria, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Centro di Studio per la Patologia delle specie legnose montane, Firenze. Tiposervice , Firenze.
- Varallo A., 1998/99 (Tesi di laurea) – *Indagine auxometrica ed indicazioni evolutive sulle pinete casentinesi*. Facoltà di Agraria. Università degli Studi. Firenze.
- Wolynski A., 2002 – *Sul trattamento irregolare delle fustaie di faggio*. Sherwood. Compagnia delle Foreste. Arezzo. Num. 74 (9-14). Num. 75 (5-13).

IL PIANO DI GESTIONE DEL SITO NATURA 2000 “BOSCO DELLA FONTANA”

(*) Centro Nazionale per lo Studio e la Conservazione della Biodiversità Forestale, Corpo Forestale dello Stato, Verona

La Riserva Naturale Statale “Bosco della Fontana” è uno degli ultimi relitti di bosco planiziaro della pianura padano-veneta. La foresta, estesa su 199 ha, è un querceto-carpineteto e rappresenta l'habitat dominante; praterie e corpi idrici, a carattere sia temporaneo che permanente, completano il quadro paesaggistico del sito. Bosco Fontana è Riserva Naturale Orientata a partire dal 1972, è Zona di Protezione Speciale dal 1998 e Sito di Importanza Comunitaria dal 2007.

Nel 2007 è pubblicato il piano di gestione della riserva che si fonda su un patrimonio di ricerche a carattere zoologico e floristico e su monitoraggi forestali iniziati nel 1989. Particolari attenzioni gestionali sono riservate alla conservazione delle faune di artropodi saproxilici. Il piano vuole essere uno strumento operativo per una gestione attiva della riserva nei prossimi 6 anni.

Le principali problematiche a carico di Bosco della Fontana sono l'isolamento e le dimensioni ridotte, ma non risulta possibile intraprendere, al momento, misure di ampliamento della riserva o di connessione con altre foreste, peraltro molto distanti. Pertanto la gestione si concentra su azioni di monitoraggio, conservazione e potenziamento dei microhabitat e delle popolazioni di specie caratterizzanti i diversi ambienti e rilevanti da un punto di vista ecologico e biogeografico.

La lista floristica è composta da oltre 470 specie spontanee. Le specie di vertebrati attualmente censite sono 160, 2.520 sono le specie di invertebrati. 47 sono le specie animali tutelate a livello comunitario secondo la Direttiva Habitat (92/43/CEE) e la Direttiva Uccelli (79/409/CEE). Obiettivo prioritario della gestione è quindi la loro conservazione ed il controllo del loro stato di salute attraverso periodici monitoraggi.

Ulteriori obiettivi di gestione sono rivolti specificatamente alle diverse tipologie ambientali. La prateria, intimamente legata all'ecologia della foresta, è gestita attraverso tagli a rotazione per il mantenimento della diversità floristica e degli invertebrati. La foresta è gestita perseguendo, come obiettivo finale, il ripristino della dinamica naturale di una foresta con applicazione della teoria silvigenetica di Oldeman che si basa sull'individuazione delle eco-unità quali unità di base per la gestione forestale. Gli apporti idrici sono totalmente dipendenti dall'esterno; altro obiettivo prioritario della gestione è quindi il mantenimento dei flussi minimi vitali di acqua. A questo si associa un progetto di ampliamento e diversificazione delle zone umide esistenti.

Particolare attenzione è posta nei confronti delle specie aliene: 30 specie animali sinora accertate e oltre 60 specie vegetali naturalizzate.

La fruizione della riserva è regolata tenendo conto della necessità di arrecare il minor disturbo alla fauna selvatica. Metà della superficie della riserva è zona di protezione integrale, un altro quarto della riserva è chiusa in alcuni periodi dell'anno per la protezione del Nibbio bruno, presente con una colonia molto significativa, e della libellula *Oxygastra curtisii*. Eventuali fonti inquinanti provenienti dall'esterno vengono monitorate.

Parole chiave: piani di gestione, conservazione, artropodi saproxilici, rete Natura 2000, Italia.

Key words: management plan, conservation, saproxylous arthropods, Natura 2000 network, Italy.

Mots clés: plan de gestion, conservation, arthropodes saproxylés, réseau Natura 2000, Italie.

1. INTRODUZIONE

La Rete Natura 2000 è il nome che è stato assegnato dal Consiglio dei Ministri della Comunità Europea ad un sistema di aree particolarmente rilevanti da un punto di vista naturalistico, suddivise in SIC (Siti di Importanza Comunitaria) e ZPS (Zone di Protezione Speciale). I SIC vengono istituiti sulla base della presenza di habitat e specie animali e vegetali di interesse comunitario ai sensi della Direttiva Habitat (Direttiva 92/42/CEE); le ZPS vengono istituite al fine di tutelare in modo rigoroso i siti in cui vivono le specie ornitiche contenute nell'allegato I della Direttiva Uccelli (Direttiva 79/409/CEE).

In Italia la Rete Natura 2000 è rappresentata da 503 ZPS e 2.256 SIC (di cui 311 coincidenti con ZPS) occupando una superficie pari al 16,5% (4.987.366 ha) dell'intero ter-

ritorio nazionale, ben oltre la superficie occupata dalle aree protette ufficiali (circa il 10%).

L'Art. 6 della Direttiva Habitat stabilisce le disposizioni che disciplinano la conservazione e la gestione dei siti Natura 2000 ed è uno dei più importanti tra i 24 articoli della direttiva in quanto è quello che maggiormente determina il rapporto tra conservazione ed uso del territorio.

L'Art. 6 incoraggia gli Stati membri a gestire in maniera sostenibile le zone protette e stabilisce limiti alle attività che possono determinare un impatto negativo sulle zone stesse; prevede inoltre che le misure di conservazione per un sito Natura 2000 implicino “all'occorrenza appropriati piani di gestione specifici o integrati ad altri piani di sviluppo”.

Considerato quanto premesso, il piano di gestione della riserva Naturale Statale “Bosco della Fontana” si discosta fortemente nei suoi obiettivi e nella sua struttura da un pia-

no di assestamento forestale convenzionale ispirandosi interamente alla filosofia dell'Art. 6 della Direttiva Habitat. Per la sua redazione, sono state anche prese in considerazione le seguenti Linee Guida: "Linee Guida per la Redazione dei Piani di Gestione di pSIC e di ZPS" redatte dal Ministero dell'Ambiente e del Territorio, Servizio Conservazione Natura, nell'ambito del Progetto Life Natura 99 NAT/IT/006279. D.M. del 3/9/2002 pubblicate sulla G.U.n° 224 del 24/9/2002; "Linee guida per la redazione dei Piani di Gestione e la regolamentazione sostenibile dei SIC e ZPS" redatte dall'Assessorato Ambiente - Direzione Regionale Ambiente e Protezione Civile della Regione Lazio. DGR 2002/1103 pubblicato sul BURL n°28 del 10/10/2002.

2. QUADRO CONOSCITIVO

La Riserva Naturale Statale "Bosco della Fontana" (RNBF) è localizzata nella bassa Pianura padana in prossimità della città di Mantova, nel comune di Marmirolo.

La tutela del sito ha inizio nel 1921, quando viene dichiarato Monumento Naturale; nel 1972 è Riserva Naturale Orientata, nel 1976 viene incrementata la superficie dell'area protetta sino all'attuale estensione; nel 1984 viene inclusa nel Parco del Mincio; nel 1998 diventa Zona di Protezione Speciale (ZPS) ai sensi della Direttiva Uccelli; nel 2004 viene attribuito lo stato di Sito di Importanza Comunitaria proposto (pSIC) ai sensi della Direttiva Habitat; con la decisione della Commissione del 13 novembre 2007 la RNBF è inserita nel primo elenco aggiornato di Siti di Importanza Comunitaria (SIC) per la regione biogeografica continentale (Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea 2008/25/CE del 15.1.2008). Ente gestore della RNBF è il Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali, Corpo Forestale dello Stato, Centro Nazionale per lo Studio e la Conservazione della Biodiversità Forestale "Bosco della Fontana" di Verona (CNBF).

La RNBF ha un'estensione di 233 ha ed è per lo più (85 % della superficie) occupata da foresta (vedi Fig. 1). La riserva rappresenta un "relict di foresta planiziaria e un bosco primario antico seminaturale" (Mason, 2004).

Ai sensi della Direttiva Habitat, e sulla base dell'inquadramento fitosociologico di Andreatta (2002), possono essere individuati all'interno della RNBF tre habitat di interesse comunitario:

- Habitat 9160: Querceti di Farnia e Rovere subatlantici e dell'Europa Centrale del *Carpinion betuli*;
- Habitat 91E0: Foreste alluvionali di *Alnus glutinosa* e *Fraxinus excelsior* (*Alno-Padion*, *Alnion incanae*, *Salicion albae*);
- Habitat 3260: Fiumi delle pianure e montani con vegetazione del *Ranunculion fluitantis* e *Callitricho-Batrachion*.

Il clima è continentale con inverni freddi ed estati torride con un periodo di aridità nel mese di luglio (Longo, 2004), per i principali parametri climatologici si veda la Tab. 1.

Dal punto di vista geomorfologico, l'area occupata dalla riserva è stata influenzata dallo scioglimento dei ghiacciai quaternari di Garda e Adige e dalle successive alluvioni avvenute durante le fasi interglaciali pleistoceniche (Riss-Würm). In particolare la RNBF è situata in una zona di transizione fra l'alta e la bassa pianura ghiaiosa mantovana (Rioda, 2004).

Il regime idrologico non segue un ciclo naturale ma è dipendente dalla gestione delle acque per uso irriguo dei terreni adiacenti la riserva. Un accordo con l'Ente preposto alla gestione delle acque garantisce in inverno, il periodo critico nelle oscillazioni del livello dell'acqua, un "flusso minimo vitale" per il Rio Begotta e la Roggia Sgarzabella i due corsi d'acqua che attraversano la riserva.

La prateria, nel cuore della riserva, rappresenta una delle ultime formazioni semi-naturali esistenti nella Provincia di Mantova. Per la sua gestione viene applicato il metodo dello sfalcio a rotazione che consiste nel taglio di diversi lotti in differenti momenti dell'anno; tale metodo consente la permanenza di erbe a differenti altezze e assicura fioriture continue nel periodo estivo. Questo approccio è finalizzato alla diversificazione dei microhabitat e al conseguente aumento della biodiversità, in particolare dell'entomofauna floricola.

Complessivamente le specie di piante spontanee censite nella riserva sono 470; di queste, 60 sono considerate rare nella Pianura padana. Circa 50 sono le specie vegetali aliene naturalizzate.

Le ricerche faunistiche hanno evidenziato la presenza di 160 specie di vertebrati e 2.520 di invertebrati. Di queste, 47 sono le specie animali tutelate a livello comunitario presenti negli Allegati II (specie di interesse comunitario la cui conservazione richiede la designazione di zone speciali di conservazione) e IV (specie di interesse comunitario che richiedono una protezione rigorosa) della Direttiva Habitat (Tab. 2) e nell'Allegato I della Direttiva Uccelli (Tab. 3): 2 specie di molluschi, 5 specie di insetti, 3 specie di pesci, 4 specie di anfibi, 6 specie di rettili, 21 specie di uccelli e 6 specie di mammiferi.

Alle specie di interesse comunitario si aggiungono le seguenti specie di insetti note unicamente per la RNBF e quindi probabili endemismi puntiformi: il lepidottero *Parornix loricata* Triberti, 1999 (fam. Gracillariidae) e il dittero *Megaselia mantuana* Gori, 2005 (fam. Phoridae).

Sono state rinvenute sinora 30 specie animali aliene (Tab. 4).

L'accesso del pubblico alla riserva è soggetto a precise regolamentazioni ed è reso compatibile con le primarie necessità di conservazione.

3. PROBLEMATICHE GESTIONALI

La RNBF rappresenta un tipico ambiente residuale, ultimo relict di una foresta ben più vasta che si estendeva, a metà del XVII sec per 1.200 ha ed era in connessione con le foreste ripariali del Mincio e quelle delle colline moreniche.

L'isolamento e le ridotte dimensioni della riserva rappresentano i principali fattori limitanti per la fauna. Nonostante ciò vi trovano riparo le ultime popolazioni di specie animali della Pianura padana legate ad ambienti forestali. Gli esempi sono innumerevoli: tra gli insetti coleotteri il Cervo volante e il Cerambice della quercia, solo per citare specie di importanza comunitaria; tra gli anfibi la Rana di Lataste, anch'essa specie in Direttiva Habitat; fra gli uccelli nidificanti il Nibbio bruno, Allocco, Scricciolo, Pettirosso, Lui piccolo, Cincia bigia, Picchio muratore, Frosone.

La presenza antropica nella RNBF genera un disturbo alla fauna e alla flora dovuto essenzialmente al calpestio e al

rumore. Lo studio di Zocchi e Lacroix (2004) ha valutato l'impatto del disturbo antropico sul Nibbio bruno evidenziando una correlazione negativa tra il numero di nidi utilizzati per la riproduzione e il numero di persone che transitavano a piedi nell'area.

Su scala più ampia gli effetti negativi di origine antropica a carico della RNBF sono quelli tipici di zone urbanizzate e soggette ad un uso estensivo del territorio agricolo, in particolare l'inquinamento diffuso di composti azotati e orto-fosfati che interessano sia l'aria sia i corpi idrici.

4. LA GESTIONE

Come già esposto, l'isolamento della RNBF rappresenta la principale problematica dal punto di vista della conservazione degli habitat e delle specie animali e vegetali. Per mitigarne gli effetti negativi, la misura più generale da adottare sarebbe l'ampliamento della RNBF ed il suo collegamento con altri ecosistemi analoghi. Non essendo tuttavia possibile, con le risorse finanziarie attualmente disponibili, intraprendere azioni in tal senso, la gestione si concentra su metodologie di conservazione e di potenziamento dei microhabitat e delle popolazioni di specie che caratterizzano i diversi ambienti della riserva: acque, foresta e prateria.

Per quanto riguarda il sistema idrico della RNBF, fondamentale è il mantenimento del flusso minimo vitale per il Rio Begotta con l'obiettivo, a lungo termine, del ripristino del ciclo naturale delle acque. A breve termine sono previste azioni gestionali di dettaglio. Fra queste la più importante è a carico della zona umida temporanea presente all'interno della foresta. Questo biotopo, creato artificialmente, ospita una ricca fauna di artropodi e vertebrati; è previsto di creare una situazione maggiormente diversificata tramite escavazione sino ad una profondità tale da permettere la presenza di acqua tutto l'anno.

Dal punto di vista della qualità delle acque, essa verrà monitorata stagionalmente attraverso il calcolo dell'Indice Biotico Esteso (Ghetti, 1997), metodo ufficialmente riconosciuto dalla legislazione italiana (DL 130/92).

Per quanto riguarda la prateria si prevede di continuare il programma di sfalci a rotazione per mantenere gli ottimi risultati ottenuti in termini di biodiversità di specie e habitat. In questo habitat, fra l'altro, vive *Lycaena dispar* un lepidottero licenide presente in Allegato II e IV della Direttiva Habitat.

Per quanto riguarda la foresta, durante la sua lunga storia di sfruttamento, la composizione e la struttura sono state profondamente alterate. Attualmente, dopo 60 anni trascorsi senza interventi rilevanti, la foresta si trova in una fase biostatica ed è caratterizzata da una *canopy* molto chiusa.

L'obiettivo a lungo termine è quello di raggiungere la condizione di *old growth forest* (Peterken, 1996) con le seguenti caratteristiche: volume legnoso di 350-400 m³ ha⁻¹, statura delle piante dominanti intorno ai 35-40 m, dotazione dinamica media di detrito legnoso grossolano di circa 60 m³ ha⁻¹ (localmente nelle fasi di decadimento di 100-150 m³ ha⁻¹), percentuale dinamica media dei *gaps* (superficie aperta della foresta) del 30-35% della superficie, età della Farnia fino a un massimo di 600-700 anni e di 300-350 per il Carpino bianco (Mason, 2002; Mason, 2004).

Il riavvio dei processi dinamici idonei ad assicurare la sopravvivenza delle specie forestali autoctone e la norma-

lizzazione dei parametri forestali propri di una foresta matura, rappresentano l'obiettivo di medio termine configurato dal piano di gestione.

A breve termine l'obiettivo è la riattivazione della presenza di eco-unità di rinnovazione per favorire il ringiovanimento del popolamento e in particolare della Farnia attraverso l'eliminazione delle specie aliene (Quercia rossa, Platano e Noce nero) e il riequilibrio del mosaico silvatico.

E' prevista l'eradicazione della Quercia rossa (*Quercus rubra*) attraverso lo sradicamento con verricello o la cercinatura al fine di produrre legno morto sotto forma di *snags* (monconi di tronco spezzato) e piante a terra. Per quanto riguarda il Platano (*Platanus hybrida*), specie che non si propaga nella RNBF, viene indotta la senescenza attraverso la trasformazione in "alberi habitat" mediante la produzione di cavità sul tronco che rappresentano nidi per uccelli e habitat per specie saproxiliche. Queste tecniche sono state collaudate a partire dal 2000, nell'ambito del progetto Life Natura NAT/IT/99/002645.

Lo studio della dinamica forestale (Mason, 2002; Mason, 2004) mostra un invecchiamento del mosaico forestale e la mancanza di rinnovazione della farnia. Per favorire localmente la farnia e per contenere il carpino bianco, quest'ultima specie sarà rimossa da numerose aree di 200-250 m² per permettere la riattivazione della dinamica naturale a eco-unità. Ulteriori nuove eco-unità saranno generate attraverso allagamenti controllati.

Particolare rilievo nel piano di gestione è dato al monitoraggio delle specie in Direttiva Habitat, secondo programmi differenti nell'arco dei sei anni di validità del presente piano. Le specie prioritarie saranno quelle in Allegato II della Direttiva Habitat e in Allegato I della Direttiva Uccelli. Queste specie assumeranno un valore di "specie ombrello" e la loro conservazione garantirà la conservazione di intere biocenosi.

Si prevedono interventi di reintroduzione di specie animali che saranno possibili solo per le specie la cui presenza è stata documentata in prossimità della riserva in tempi storici. Gli interventi di reintroduzione saranno attuati solo in seguito a studi specifici di fattibilità.

La presenza di specie aliene sarà monitorata con particolare rigore ed è previsto il contenimento, qualora possibile, delle specie più invasive fra cui, ai primi posti, il Gambero rosso della Louisiana *Procambarus clarkii* e la Nutria *Myocastor coypus*.

Per limitare gli effetti del disturbo antropico la metà occidentale della riserva è sempre chiusa al pubblico, mentre una porzione nord-orientale è chiusa dal 1 marzo al 31 agosto per favorire la riproduzione del Nibbio bruno. Questa specie è presente con oltre 20 coppie nidificanti (Zocchi e Lacroix 2004) rappresentando una delle colonie più importanti e note d'Italia. Al Confine Nord-Orientale della riserva, la zona chiusa al pubblico per la protezione del Nibbio si sovrappone quasi completamente alla zona di salvaguardia di *Oxygastra curtisii*, libellula inserita negli allegati II e IV della Direttiva Habitat.

Presso la riserva è attivo un servizio di didattica che offre alle scolaresche percorsi didattici incentrati sul ruolo del legno morto e della fauna saproxilica nell'ecosistema forestale.

Il piano di gestione ha una validità di sei anni, in sincronia con la consegna degli *implementation reports* da inol-

trare alla Comunità Europea ai sensi dell'Art. 17 della Direttiva Habitat.

Le azioni di gestione sono state suddivise in classi di priorità (da 1 a 3) ed ognuna di esse è dettagliata secondo modalità di intervento e periodo di esecuzione. Questo permetterà al gestore un'agevole applicazione del piano

che diviene così strumento pratico di programmazione del lavoro. Parte integrante del piano di gestione è rappresentato dal monitoraggio al fine di validare l'efficacia di determinati interventi gestionali e per conoscere l'andamento temporale dei fenomeni.

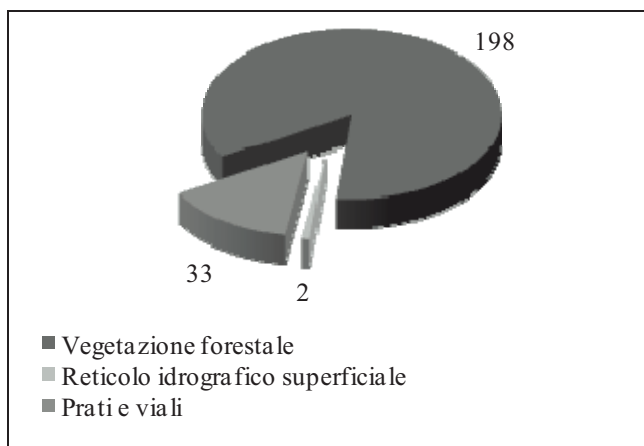


Figura 1. Tipologie ambientali della Riserva Naturale Statale "Bosco della Fontana", i numeri indicano la superficie in ettari.

Figure 1. Habitat types of the State Nature Reserve "Bosco della Fontana", numbers indicate hectares.

Figure 1. Type d'habitat dans la Réserve Naturelle d'Etat "Bosco della Fontana"; les numéros indiquant le nombre d'hectares.

T media annua	13.2 °C
Escursione termica annua	13.4 °C
T media mese più freddo	1.3 °C
T media mese più caldo	24.6 °C
Piovosità media annua	658 mm

Tabella 1. Principali parametri climatici (da Longo, 2004).

Table 1. Main climatic parameters (from Longo 2004).

Tableau 1. Principaux paramètres climatiques (à partir de Longo 2004).

Nome scientifico e inquadramento tassonomico	Allegati	Nome comune
Molluschi		
<i>Vertigo angustior</i> Jeffreys, 1830	II	
<i>Anisus vorticulus</i> (Troschel 1834)	II - IV	
<i>Helix pomatia</i> Linnaeus, 1758	V	
<i>Unio elongatulus mancus</i> Lamarck, 1819	V	
<i>Microcondylaea compressa</i> Menke, 1828	V	
Insetti		
<i>Oxygastra curtisi</i> (Dale, 1838)	II - IV	
<i>Lucanus cervus</i> (Linnaeus, 1758)	II	Cervo volante
<i>Osmoderma eremita</i> (Scopoli, 1763) *	II - IV	Scarabeo eremita
<i>Cerambyx cerdo</i> (Linnaeus, 1758)	II - IV	Cerambice della quercia
<i>Lycaena dispar</i> (Haworth, 1802)	II - IV	
<i>Lasiommata achine</i> (Scopoli, 1763)**	IV	
Pesci		
<i>Leuciscus souffia</i> Bonaparte, 1837	II	Vairone
<i>Cobitis taenia</i> Canestrini, 1865	II	Cobite
<i>Rhodeus sericeus</i> (Pallas, 1776)	II	Rodeo
Anfibi		
<i>Rana latastei</i> Boulenger, 1879	II - IV	Rana di Lataste
<i>Triturus carnifex</i> (Laurenti, 1768)	II - IV	Tritone crestato
<i>Bufo viridis</i> Laurenti, 1768	IV	Rospo smeraldino
<i>Hyla intermedia</i> Boulenger, 1882	IV	Raganello italiana
<i>Rana kl. esculenta</i> Linnaeus, 1758	V	Rana esculenta
Rettili		
<i>Lacerta bilineata</i> Daudin, 1802	IV	Ramarro occidentale
<i>Podarcis muralis</i> (Laurenti, 1768)	IV	Lucertola muraiola
<i>Coronella austriaca</i> Laurenti, 1768	IV	Colubro liscio
<i>Hierophis viridiflavus</i> (Lacepède, 1789)	IV	Biacco
<i>Zamenis longissimus</i> (Laurenti, 1768)	IV	Saettone
<i>Natrix tessellata</i> (Laurenti, 1768)	IV	Natrice tessellata
Mammiferi		
<i>Eptesicus serotinus</i> (Schreber, 1774)	IV	Serotino comune
<i>Hypsugo savii</i> (Bonaparte, 1837)	IV	Pipistrello di Savi
<i>Myotis daubentoni</i> (Kuhl, 1817)	IV	Vespertillo di Daubenton
<i>Nyctalus noctula</i> (Schreber, 1774)	IV	Nottola comune
<i>Pipistrellus kuhli</i> (Kuhl, 1817)	IV	Pipistrello albolimbato
<i>Muscardinus avellanarius</i> (Linnaeus, 1758)	IV	Moscardino

Tabella 2. Specie animali inserite negli allegati della Direttiva Habitat (92/43/CEE).

* specie nota per un unico esemplare raccolto nel 1949 (cfr. Piattella 2004), la specie non è stata più rinvenuta nell'area mantovana;

** specie nota per un unico esemplare raccolto nel 1977 (Sala G., com. pers.);

allegato II: specie animali e vegetali d'interesse comunitario la cui conservazione richiede la designazione di zone speciali di conservazione;

allegato IV: specie animali e vegetali di interesse comunitario che richiedono una protezione rigorosa;

allegato V: specie animali e vegetali di interesse comunitario il cui prelievo nella natura e il cui sfruttamento potrebbero formare oggetto di misure di gestione.

Table 2. Animal species included in the EU Habitats Directive (92/43/CEE).

* species known from the reserve only from one specimen collected in 1949 (cf. Piattella 2004); the species has since not been found in the area of Mantova;

** species known from the reserve only from one specimen collected in 1977 (G. Sala, pers. comm.);

annex II: animal and plant species of community interest whose conservation requires the designation of special areas of conservation;

annex IV: Animals and plant species of community interest in need of strict protection;

annex V: animal and plant species of community interest whose taking in the wild and exploitation may be subject to management measures.

Tableau 2. Espèces animales incluses dans la Directive Habitats (92/43/CEE).

* espèce connue de la réserve sur un exemplaire seulement, récolté en 1949 (voir Piattella 2004); l'espèce n'a pas été retrouvée depuis dans la zone de Mantoue ;

** espèce connue de la réserve sur un exemplaire seulement, récolté en 1977 (G. Sala, comm. pers.);

annexe II : regroupe les espèces animales et végétales d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation de zones spéciales de conservation;

annexe IV : liste les espèces animales et végétales d'intérêt communautaire qui nécessitent une protection stricte;

annexe V : concerne les espèces animales et végétales d'intérêt communautaire dont le prélèvement dans la nature et l'exploitation sont susceptibles de faire l'objet de mesures de gestion.

<i>Nome scientifico</i>	<i>Nome comune</i>
<i>Botaurus stellaris</i> (Linnaeus, 1758)	Tarabuso
<i>Ixobrychus minutus</i> (Linnaeus, 1766)	Tarabusino
<i>Nycticorax nycticorax</i> (Linnaeus, 1758)	Nitticora
<i>Egretta garzetta</i> (Linnaeus, 1766)	Garzetta
<i>Egretta alba</i> (Linnaeus, 1758)	Airone bianco maggiore
<i>Ardea purpurea</i> Linnaeus, 1766	Airone rosso
<i>Ciconia nigra</i> (Linnaeus, 1758)	Cicogna nera
<i>Ciconia ciconia</i> (Linnaeus, 1758)	Cicogna bianca
<i>Pernis apivorus</i> (Linnaeus, 1758)	Falco pecchiaiolo
<i>Milvus migrans</i> (Boddaert, 1783)	Nibbio bruno
<i>Circus aeruginosus</i> (Linnaeus, 1758)	Falco di palude
<i>Circus cyaneus</i> (Linnaeus, 1766)	Albanella reale
<i>Pandion haliaetus</i> (Linnaeus, 1758)	Falco pescatore
<i>Falco columbarius</i> Linnaeus, 1758	Smeriglio
<i>Falco peregrinus</i> Tunstall, 1771	Falco pellegrino
<i>Tringa glareola</i> Linnaeus, 1758	Piro piro boschereccio
<i>Caprimulgus europaeus</i> Linnaeus, 1758	Succiacapre
<i>Alcedo atthis</i> (Linnaeus, 1758)	Martin pescatore
<i>Dryocopus martius</i> (Linnaeus, 1758)	Picchio nero
<i>Lanius collurio</i> Linnaeus, 1758	Averla piccola
<i>Circaetus gallicus</i> (Gmelin, 1788)	Biancone

Tabella 3. Specie di uccelli inserite nell'allegato I della Direttiva Uccelli (79/409/CEE).

Table 3. Bird species included in the EU Birds Directive (79/409/CEE), Ann. I.

Tableau 3. Espèces d'oiseau incluses dans la Directive Oiseaux (79/409/CEE), Ann. I.

<i>Inquadramento tassonomico</i>	<i>Famiglia</i>	<i>Nome scientifico</i>	<i>Nome comune</i>	<i>Origine</i>
Mollusca/Bivalvia	Dreissenidae	<i>Dreissena polymorpha</i> (Pallas, 1754)	Mitili zebrato	Europa Orientale
Crustacea/Decapoda	Cambaridae	<i>Procambarus clarki</i> (Girard, 1852)	Gambero rosso della Louisiana	Nord America
Insecta/Homoptera	Flatidae	<i>Metcalfa pruinosa</i> (Say, 1830)		America
Insecta/Coleoptera	Nitidulidae	<i>Carpophilus hemipterus</i> (Linnaeus, 1758)	Coleottero della frutta secca	
		<i>Epuraea ocularis</i> Fairmaire, 1849		Tropicale e subtropicale
		<i>Stelidota geminata</i> (Say, 1825)		Stati Uniti Centro-Merid., America Centrale e Sud America
	Cerambycidae	<i>Xylotrechus stebbingi</i> Gahan, 1906		India-Tibet
		<i>Neoclytus acuminatus</i> (Fabricius, 1775)		Nord America
	Latridiidae	<i>Corticarina cavicollis</i> (Mannerheim, 1844)		Nord America e America centrale fino al Venezuela
	Scolythidae	<i>Xylosandrus germanus</i> (Blandford, 1894)		Asia
Insecta/Diptera	Culicidae	<i>Aedes albopictus</i> (Skuse, 1894)	Zanzara tigre	Sud-Est Asiatico
	Stratiomyidae	<i>Hermetia illucens</i> (Linnaeus, 1758)		America Centrale e Meridionale
	Tachinidae	<i>Trichopoda pennipes</i> (Fabricius, 1781)		Nord America fino al Messico
Insecta/Lepidoptera	Gracillariidae	<i>Cameraria ohridella</i> Deschka & Dimic, 1986	Minatore dell'Ippocastano	Balcani

(segue)

(segue Tabella 4)

	Lycaenidae	<i>Cacyreus marshalli</i> Butler, 1898	Farfalla del geranio	Sud Africa
Chordata/Actinopterygii	Cyprinidae	<i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758	Carpa	Asia, Est Europa
		<i>Carassius auratus</i> (Linnaeus, 1758)	Carassio dorato	Est Asia
		<i>Rhodeus sericeus</i> (Pallas, 1776)	Rodeo	Cina
	Ictaluridae	<i>Ameiurus melas</i> (Rafinesque, 1820)	Pesce gatto	Nord America
		<i>Ictalurus punctatus</i> (Rafinesque, 1820)	Pesce gatto punteggiato	Nord America
	Poeciliidae	<i>Gambusia holbrooki</i> Girard, 1859	Gambusia	Nord America
	Centrarchidae	<i>Lepomis gibbosus</i> (Linnaeus, 1758)	Persico sole	Nord America
	Siluridae	<i>Silurus glanis</i> Linnaeus, 1758	Siluro	Europa Centrale e Orientale
Chordata/Amphibia Anura	Ranidae	<i>Rana catesbiana</i> Shaw, 1802	Rana toro	Nord America
Chordata/Reptilia Testudines	Emydidae	<i>Trachemys scripta</i> (Schoepff, 1792)	Testuggine dalle orecchie rosse	Nord America
Chordata/Mammalia Rodentia	Myocastoridae	<i>Myocastor coypus</i> (Molina, 1782)	Nutria	Sud America

Tabella 4. Elenco delle specie animali aliene sinora rinvenute nella Riserva Naturale Statale “Bosco della Fontana”.

Table 4. List of alien animal species occurring in the State Nature Reserve “Bosco della Fontana”.

Tableau 4. Liste des espèces animales aliènes présentes dans la Réserve Naturelle d’Etat “Bosco della Fontana”.

SUMMARY

MANAGEMENT PLAN OF THE STATE NATURE RESERVE “BOSCO DELLA FONTANA”

The State Nature Reserve “Bosco della Fontana” is one of the last remaining examples of lowland forest in the Po Valley. The oak-hornbeam forest, which covers a surface area of 198 ha, is the dominant habitat in the reserve, is completed by a grassland and some permanent and seasonal watercourses. Bosco Fontana is protected since 1972, a SPZ since 1998 and an SCI since 2004. In 2007 the Management Plan of the Reserve was published, based on a heritage of zoological research and forest monitoring which began in 1992. Particular attention is focused upon the conservation of saproxylic arthropods. The Plan is meant as an operational tool for an active management of the Reserve in the six years to come. The main problem of Bosco della Fontana is its isolation, even though it is impossible, at present, to undertake actions aimed at reducing this problem by enlarging the reserve or connecting it with other (very distant) forests. Therefore, the main management actions are aimed at monitoring, conservation and improvement of the microhabitats and populations of species characterizing the reserve from an ecological and biogeographical point of view. The flora comprises over 470 spontaneous species. The fauna consists of 160 species of vertebrates and 2,520 species of invertebrates, including 47 species protected at community level by the EU Habitats Directive (92/43/CEE) and Birds Directive (79/409/CEE). The main aim of the management is therefore the conservation of these species and the control of

their state of health through constant monitoring of their populations. Further management objectives are focused on the individual habitats. The grassland, which is intimately connected to the ecology of the forest, is managed through rotational mowing so as to maintain the floristic diversity and that of the invertebrates. The forest is managed with the long term aim of restoring the dynamics of an ancient forest through the application of Oldeman’s sylvigenetic theory based on its subdivision into eco-units. The water courses are fed from outside the reserve, so another priority action is the maintenance of a minimum vital waterflow throughout the year. Additionally, a project is being prepared aimed at widening and diversifying the existing humid areas. Particular attention is being given to alien species: 30 animal species have so far been identified and over 60 naturalized plant species are present. Finally, the use of the reserve by visitors is regulated so as to reduce disturbance of the wildlife to a minimum. Half of the reserve is not accessible to the public, another quarter is closed during some periods of the year for the protection of the large Black kite colony and of the dragonfly *Oxygastra curtisii*. Possible causes of pollution coming from outside the reserve are monitored.

RÉSUMÉ

PLAN DE GESTION DE LA RESERVE NATURELLE D’ÉTAT “BOSCO DELLA FONTANA”

La Réserve Naturelle d’Etat “Bosco della Fontana” représente l’une des reliques forestières les mieux préservées de la Plaine du Po. La forêt, un *Quercus-carpinetum* couvrant

une surface de 198 ha, représente l'habitat principal de la réserve, qui est aussi composée d'un pré et de quelques cours d'eau temporaires et permanents. Bosco Fontana est protégée par la loi depuis 1972, et est incluse dans les ZPS et SIC depuis 1998 et 2004. En 2007 a été publié le Plan de Gestion de la réserve, qui se base sur un patrimoine de recherches zoologiques et monitorages forestiers commencés en 1992. Une particulière attention est réservée à la conservation des faunes à arthropodes saproxyliques. Le Plan a comme objectif celui de devenir un instrument opératif pour une gestion active de la réserve dans les six années à venir. La problématique principale de Bosco della Fontana est son isolement, même s'il n'est pas possible, pour l'instant, d'entreprendre des mesures d'agrandissement de la réserve, ni de la connecter avec d'autres forêts, qui sont très distantes. La gestion de la réserve se concentre donc sur des actions de monitoring et amélioration des microhabitats et des populations d'espèces caractérisant les divers environnements et considérables d'un point de vue écologique et biogéographique. La flore de la réserve est composée de plus de 470 espèces spontanées. Les espèces de vertébrés recensées sont plus de 160, celles d'invertébrés sont 2.520. 47 espèces animales présentes dans la réserve sont protégées au niveau communautaire par la Directive Habitats (92/43/CEE) et la Directive Oiseaux (79/409/CEE). L'objectif prioritaire de la gestion est donc la conservation de ces espèces et le contrôle de l'état de santé de leurs populations à travers des monitorages constants. Les objectifs de gestion ultérieurs concernent individuellement les divers types d'habitat. Le pré, qui est intimement lié à la forêt, est géré à travers des coupes à rotation afin de maintenir la diversité floristique et à invertébrés. La gestion de la forêt poursuit, comme objectif final, la restauration d'une dynamique de forêt ancienne à travers l'application de la théorie sylvigénétique de Oldeman, basée sur l'individuation d'éco-unités comme unités de base de la gestion forestière. Les apports d'eau dépendent totalement de l'extérieur ; un autre objectif prioritaire de la gestion est donc le maintien de flux vitaux d'eau minimums. A cela s'associe un projet d'agrandissement et de diversification des zones humides existantes. Une particulière attention est dédiée aux espèces aliènes: 30 espèces animales recensées jusqu'à présent, et plus de 60 espèces végétales naturalisées. Enfin, l'utilisation de la réserve de la part du public est réglée en tenant compte de la nécessité de déranger le moins possible la faune sauvage. La moitié de la surface de la réserve est protégée intégralement, tandis qu'un autre quart reste fermé pendant certaines périodes de l'année pour la protection de l'importante colonie de Milan noir et de la libellule *Oxygastra curtisii*. Les éventuelles sources de pollution provenant de l'extérieur sont constamment monitorées.

BIBLIOGRAFIA

- Andreatta G., 2002 – *Inquadramento fitosociologico*, pp. 18-20. In: F. Mason (eds.). *Dinamica di una foresta della Pianura padana. Bosco della Fontana. Primo contributo*, monitoraggio 1995. Rapporti scientifici 1. Centro Nazionale Biodiversità Forestale Verona - Bosco della Fontana. Arcari Editore, Mantova.
- Cavalli R., Mason F., (eds.), 2003 – *Tecniche di ripristino del legno morto per la conservazione delle faune saproxyliche. Il progetto LIFE Natura NAT/IT/99/6245 di "Bosco della Fontana. Rapporti scientifici, 2.* Gianluigi Arcari Editore, Mantova. 112 pp.
- Ghetti P.F., 1997 – *Manuale di applicazione: Indice Biotico Esteso - I macroinvertebrati nel controllo di qualità degli ambienti di acque correnti.* Provincia Autonoma di Trento, Servizio Protezione Ambiente. 221 pp.
- Longo L., 2004 – *Clima*, pp. 16-17. In: F. Mason (eds.). *Dinamica di una foresta della Pianura padana. Bosco della Fontana. Seconda edizione con Linee di gestione forestale. Rapporti Scientifici 1.* Centro Nazionale Biodiversità Forestale Verona - Bosco della Fontana. Arcari Editore, Mantova.
- Mason F., 2002 – *Dinamica di una foresta della Pianura Padana. Bosco della Fontana. Primo contributo, monitoraggio 1995.* Rapporti scientifici 1. Centro Nazionale Biodiversità Forestale Verona - Bosco della Fontana, Arcari Editore, Mantova. 208 pp.
- Mason F., 2004 – *Dinamica di una foresta della Pianura Padana. Bosco della Fontana. Seconda edizione con linee di gestione forestale.* Rapporti Scientifici 1. Centro Nazionale Biodiversità Forestale Verona - Bosco della Fontana. Arcari Editore, Mantova. 224 pp.
- Mason F., Nardi G., Tisato M. (eds.), 2004 – *Proceedings of the International Symposium "Dead wood: a key to biodiversity"*. Sherwood, 95, Suppl. 2. 99 pp.
- Oldeman R.A.A., 1990 – *Forests. Elements of Silvology.* Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 624 pp.
- Peterken G.F., 1996 – *Natural Woodland, Ecology and Conservation in Northern Temperate Regions.* Cambridge University Press. 522 pp.
- Piattella E., 2004 – *Coleoptera, Scarabaeoidea (Aphodiidae, Cetoniidae, Melolonthidae, Scarabaeidae)*, pp. 278-280. In: Cerretti P., Hardersen S., Mason F., Nardi G., Tisato M. & Zapparoli M. (eds.), *Invertebrati di una foresta della Pianura Padana, Bosco della Fontana. Secondo contributo. Conservazione Habitat Invertebrati 3.* Cierre Grafica Editore, Verona.
- Rioda, V., 2004 – *Aspetti geologici e geomorfologici*, pp. 13-18. In: P. Cerretti, S. Hardersen, F. Mason, G. Nardi, M. Tisato & M. Zapparoli (eds.). *Ricerche naturalistiche a Bosco della Fontana. Quaderni Conservazione Habitat.* Cierre Grafica Editore, Verona.
- Zocchi A., Lacroix L., 2004 – *The colony of black kite (Milvus migrans): status, nest-tree characteristics and anthropogenic disturbance (Aves, Accipitridae)*, pp. 71-78. In: P. Cerretti, S. Hardersen, F. Mason, G. Nardi, M. Tisato & M. Zapparoli (eds.). *Ricerche naturalistiche a Bosco della Fontana. Quaderni Conservazione Habitat, 3.* Cierre Grafica Editore, Verona.

PROBLEMI DI RINNOVAZIONE DELLE PINETE DI CARATTERE ESTETICO E PAESAGGISTICO NELLA TENUTA DI CASTELPORZIANO

(*) Dipartimento di Scienze dell'Ambiente Forestale e delle sue Risorse, Università degli Studi della Tuscia, Viterbo

(**) Dipartimento di tecnologie, ingegneria e scienze dell' Ambiente e delle Foreste, Università degli Studi della Tuscia, Viterbo

(***) Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL

(****) Tenuta Presidenziale di Castelporziano, Roma

Negli ultimi decenni è stato segnalato il grave stato di sofferenza del pino domestico lungo il litorale tirrenico. A Castelporziano, il *Pinus pinea* L. continua a manifestare buone capacità di adattamento e di accrescimento.

La destinazione di questo territorio ad Area Protetta ha richiesto una gestione volta a privilegiare la biodiversità, la multifunzionalità dei soprassuoli boschivi e la conservazione delle caratteristiche del paesaggio. Le pinete monumentali a Castelporziano, considerate di grande interesse paesaggistico, sono soprassuoli coetanei e omogenei, la cui età varia da 73 a 142 anni.

Il turno selvicolturale così lungo trova giustificazione nel ruolo di rappresentanza che la Tenuta Presidenziale assolve, cosicché l'aspetto paesaggistico viene tutelato attraverso una specifica gestione che, invece di prevedere ampie superfici di taglio raso con risultati visivi impattanti, ha previsto il rilascio nella utilizzazione di circa il 30% del soprassuolo. Sono stati individuati congrui insiemi di pini maturi, interessanti dal punto ambientale, in gruppi di 5-7 piante (merizzi) per la diffusione del seme. Lo scopo dello studio è quello di verificare i risultati ottenuti applicando differenti metodologie assestamentali. Sono stati, inoltre, osservati, (particella 44), gli effetti dei rimboschimenti artificiali di pino domestico e delle latifoglie mediterranee.

In conclusione il risultato del taglio raso con riserve (merizzi), appare rispettoso anche delle esigenze paesaggistiche, soprattutto se effettuato su aree contornate da particelle non ancora trattate.

Parole chiave: tutela del paesaggio, utilizzazioni, rinnovazione.

Key words: guardianship of the landscape, uses, renewal.

1. INTRODUZIONE

La Tenuta di Castelporziano presenta aspetti di particolare significato naturalistico, forestale e paesaggistico che richiedono una gestione selvicolturale attenta agli equilibri ecologici e alla biodiversità.

Il pino domestico (*Pinus pinea* L.) ha avuto in passato ampia diffusione lungo la costa tirrenica, tanto da farne un elemento caratteristico del paesaggio italiano. Fin dal 1648 il Catasto Alessandrino, a Castelporziano erano presenti ampie superfici con pino domestico, anche se la maggiore diffusione avviene tra il XIX ed il XX secolo.

Negli ultimi decenni è stato segnalato il graduale deperimento del pino domestico nel suo areale di diffusione (Anselmi, 2007). Questo fenomeno è stato prevalentemente attribuito all'inquinamento da aerosol marino, all'abbassamento della falda freatica ed agli incendi boschivi. Inoltre, nel Lazio, si deve lamentare la perdita di pregevoli soprassuoli come parte della Pineta Monumentale di Castelfusano a causa degli incendi dell'estate degli anni 2000 e 2008.

A Castelporziano, il *Pinus pinea* L. continua a manifestare buone capacità di adattamento e di accrescimento soprattutto nei giovani impianti. Questi ultimi, sono stati realizzati negli ultimi decenni anche in consociazione con altre specie ed, in particolare, con il leccio.

La destinazione del territorio ad area protetta richiede una gestione attenta agli aspetti naturalistici per tutelare l'elevato livello di biodiversità ambientale (Ciancio *et al.*,

1994). Deve privilegiare la multifunzionalità dei soprassuoli boschivi, la conservazione delle caratteristiche del paesaggio e la protezione dall'azione degli elementi di squilibrio ambientale, quali l'abbassamento della falda, gli aumentati livelli d'inquinamento e la presenza dell'aerosol marino. Bisogna, quindi, pianificare gli interventi culturali tenendo conto delle molteplici funzioni espletate dal pino domestico, tra le quali sono preminenti quelle paesaggistiche ed ambientali.

2. LE PINETE NELLA TENUTA DI CASTELPORZIANO

A Castelporziano, la pineta di pino domestico, occupa una superficie di circa 752 ha, pari a circa il 15% dell'estensione del territorio (figura 1) e presenta formazioni mature, che spesso superano il secolo di vita.

Le pinete sono dislocate prevalentemente lungo gli assi stradali principali e la viabilità forestale. I nuclei più estesi, facilmente fruibili, sono presenti nelle località Cerasolo e Dogana, con porzioni meno consistenti nella parte nord e a sud in una striscia parallela alla costa, fin quasi a ridosso della duna litoranea per il consolidamento delle sabbie e la protezione dai venti marini. La localizzazione della pineta, lungo la viabilità principale, esalta la funzione paesaggistica costituendo uno degli aspetti più caratterizzanti di Castelporziano.

Il soprassuolo a pineta è di origine artificiale; gli impianti sono stati effettuati per semina diretta o per piantagione in un arco temporale compreso tra il 1866 e il 1987. La

preferenza data rispetto ad altri pini mediterranei, è dovuta al fatto che oltre all'utilizzo del legname consentiva la produzione di strobili per la remunerativa estrazione di pinoli.

Si tratta di una formazione in prevalenza allo stato puro, anche se in alcune aree è facile riscontrare associazioni con leccio e sporadicamente con querce caducifoglie (Pignatti *et al*, 2001). Sotto i pini vegetano arbusti tipici della macchia mediterranea (leccio, erica, lentisco, fillirea, corbezzolo e alaterno) con sviluppo e densità variabili a seconda delle condizioni ambientali.

Una particolare attenzione merita il leccio che, oltre a diffondersi spontaneamente, è presente in notevole proporzione nelle pinete, impiegato nei rimboschimenti come specie consociata. La preferenza rispetto agli altri pini mediterranei è dovuta all'attività di raccolta degli strobili, ben organizzata e remunerativa nell'area tirrenica, per l'estrazione dei pinoli.

Con la costituzione della Riserva Naturale nel 1999, le finalità estetico paesaggistiche e protettive hanno assunto importanza prevalente rispetto a quelle produttive.

L'attuale Piano di Gestione ha individuato per ogni soprassuolo, la funzione specifica in modo da stabilire gli interventi adeguati alla loro tutela. Nelle particelle in cui ricadono le piante che svolgono funzioni estetiche, paesaggistiche o monumentali è stato prolungato il turno, oltre quello consueto, previsto per le pinete produttive fissato in 80 anni (Castellani *et al*, 1975).

3. INQUADRAMENTO TIPOLOGICO DELLE PINETE

I popolamenti di *Pinus pinea* L. presenti a Castelporziano, risultano in massima parte monospecifici e coetanei, seppur alcuni settori evidenzino l'introggressione di latifoglie spontanee. L'origine artificiale delle pinete consente scelte gestionali da intraprendere in relazione alle funzioni da svolgere e che variano da quella produttiva, alla paesaggistica, alla naturalistica ed a quella di salvaguardia ambientale nelle stazioni meno favorevoli per il tipo pedologico, climatico e ambientale.

Al fine di raggiungere un miglioramento delle caratteristiche ambientali sono state individuate alcune tipologie:

- ad elevato contenuto paesaggistico monumentale. Si tratta di soprassuoli generalmente coetanei di grande valore per la maestosità delle piante monumentali esistenti. Alcune di queste particelle sono facilmente fruibili e di grande efficacia visiva, poiché si affacciano sulle principali vie di comunicazione o prossime alle aree residenziali e di rappresentanza. Al fine di tutelare la monumentalità di queste pinete, che rendono unico l'ambiente di Castelporziano lungo il litorale laziale, dopo i numerosi incendi che hanno colpito la pineta secolare di Castelfusano, è stato individuato un "silvo-museo" che sottrae alle usuali turnazioni questo patrimonio forestale, testimonianza per le generazioni future del risultato di una attenta gestione selvicolturale;
- ad indirizzo naturalistico. Sono formazioni forestali caratterizzate da una forte naturalità e elevata biodiversità nelle quali le specie arboree ed arbustive spontanee sono tutelate e favorite allo scopo di ottenere nel tempo un soprassuolo misto e disetaneo;
- con funzione di protezione. Sono situati in massima parte lungo la linea di costa con funzione di consolidamento del-

le sabbie e protezione dai venti marini. Lo stato vegetativo delle piante di pino non risulta ottimale a causa della vicinanza del mare e della scarsa fertilità del suolo;

– ad indirizzo produttivo. In queste particelle è prevista una gestione che consenta la raccolta degli strobili e allo scadere del turno la produzione di legname di buona qualità.

4. ESPERIENZE DI UTILIZZAZIONE DELLE PINETE MONUMENTALI: IL TAGLIO RASO CON RILASCIO DI "MERIZZI"

Le pinete monumentali di Castelporziano svolgono attualmente un rilevante funzione paesaggistica e di rappresentanza e non possono essere gestite con i criteri selvicolturali tradizionali.

La maggior parte delle pinete monumentali (circa 96 ha pari al 13,5 % di questa classe di gestione) sono state realizzate tra il 1892 ed il 1896. Pertanto, essendo ormai secolari, se fossero oggetto di utilizzazione, seguendo i criteri della selvicoltura classica, in un breve arco di tempo, scomparendo, dovrebbero essere sostituite. Il Piano ha quindi individuato metodi selvicolturali a basso impatto paesaggistico per ottenere una più graduale sostituzione dei soprassuoli (Piano di Gestione forestale, 2006).

A partire dal 1989, sono state sperimentate nuove modalità di utilizzazione a ridotto impatto ambientale, su 5 particelle di circa 3,5 ha ciascuna. È stato previsto il rilascio, all'interno delle particelle sottoposte al taglio (tabella 1), di circa il 30% delle piante esistenti in nuclei compatti, detti "merizzi".

Le modalità di scelta e localizzazione spaziale dei merizzi (figura 2) hanno seguito due criteri:

- paesaggistici, volti alla mitigazione dell'impatto visivo del taglio, rilasciando filari lungo la viabilità di accesso e gruppi di pini nelle aree marginali;
- selvicolturali, preservando nuclei di 5-7 piante compatte e stabili, nelle aree interne, maggiormente protetti da particolari fenomeni atmosferici (direzione del vento), con funzione di portasemi per la rinnovazione naturale e in relazione alla presenza di elementi di carattere faunistico (nidificazione dell'avifauna).

La rinnovazione nelle superfici utilizzate è stata assicurata mediante l'impianto di pino domestico, di querce, caducifoglie e sempreverdi, e di specie della macchia mediterranea, allevate in fitocella (tabella 1), con l'obiettivo di ottenere un soprassuolo misto ad alta valenza paesaggistica. Il leccio e le specie della macchia mediterranea, sono state messe a dimora anche come sottopiantagione al pino, con l'intento di migliorare la biodiversità ambientale. Inoltre, sono state rilasciate tutte le querce e le altre specie utili per il miglioramento della biodiversità. La scelta delle particelle non contigue, è legata alla percezione del mantenimento della copertura forestale e in considerazione della visione d'insieme e dell'immagine prospettica del paesaggio. L'individuazione dei merizzi e dei gruppi è stata dettata in base a scorci visuali e prospettive paesaggistiche. Le piante sono state rilasciate anche in considerazione del letto di caduta e delle modalità di esbosco. Dalla foto aerea (figura 3) è evidente il disegno a "macchia di leopardo" realizzato mediante merizzi isolati e gruppi accorpati alla particella limitrofa con aree aperte di dimensione diversificata e non contigue.

5. METODOLOGIA DELLA RICERCA

L'indagine svolta è stata incentrata all'analisi dei principali parametri ecologici indicatori della rinnovazione di *Pinus pinea* L.

I rilievi di campo sono stati effettuati nel periodo maggio-agosto 2007 per verificare i mutamenti della vegetazione e seguire gli accrescimenti dei giovani pini.

L'attività di rilievo è stata distinta nelle seguenti fasi:

- indagine aerofotografica delle immagini aeree dei soprassuoli a pineta
- indagine dendrometrica, delle particelle più rappresentative, mediante la realizzazione di aree di saggio circolari georeferenziate (1256 m²) per rilevare i principali parametri dendrometrici (densità, diametro, altezza, area basimetrica, area d'insidenza della chioma) e la classificazione di tutte le specie arboree, arbustive e suffruticose presenti.;
- allestimento nella particella prescelta di un reticolo a maglie quadrate di 30 x 30 metri finalizzate al rilievo dello stato evolutivo del soprassuolo;
- analisi puntuale nel reticolo di tutti gli elementi vegetazionali presenti: composizione specifica arborea ed arbustiva, localizzazione e stato dei merizzi, stato vegetativo e densità dei giovani pini derivanti da rinnovazione naturale ed artificiale.

I dati di campo sono stati, quindi, trasferiti su supporto informatico ed elaborati al fine di realizzare una carta in scala del soprassuolo.

6. DESCRIZIONE DELLA PARTICELLA 44

Una delle prime esperienze è stata realizzata nella particella 44, di 3,6 ettari (figura 4) che è stata utilizzata nel 1991 mediante un taglio raso con rilascio di nuclei di piante portasemi. Nel 1992 è stato eseguito un rimboschimento artificiale impiegando di 2176 piantine di cui 791 di pino domestico, 250 di leccio, 475 di cerro, 210 di farnetto, 150 di sughera e 300 tra le specie della macchia mediterranea.

Attualmente il piano dominante vede la netta predominanza di *Pinus pinea* L., con piante con diametri medi di 57 cm e altezze di 22 m, a cui si associano nel piano sub dominato sporadici esemplari di *Quercus ilex* L., *Quercus suber* L. e *Quercus cerris* L.

La vegetazione del piano dominato è rappresentata da nuclei di *Myrtus communis*, *Phyllirea latifolia*, *Pistacea lentiscus* e *Erica arborea*. Il piano erbaceo è costituito in prevalenza da inula, asfodelo, cisti e graminacee.

La struttura attuale del soprassuolo è il risultato del taglio (tabella 2), con rilascio di circa il 30 % di pini maturi in gruppi, di interesse paesaggistico e con funzione di portasemi (merizzi). Trovandoci in prossimità di una strada di rappresentanza asfaltata (via delle Riserve Nuove), la prevalente funzione "monumentale paesaggistica" ha previsto il rilascio di pini disposti a filare, volti a mitigare l'impatto visivo dell'utilizzazione. Inoltre, numerosi gruppi di pini sono stati rilasciati a nord in prossimità della limitrofa particella a querceto misto. Tali piante hanno anche lo scopo di offrire riparo alle specie più sciafile impiegate nelle sottopiantagioni (leccio e sughera). L'ampia superficie centrale, attraversata da un fosso di bonifica, è stata oggetto dell'attività di rimboschimento.

7. RISULTATI E DISCUSSIONE

L'analisi dei dati ha evidenziato come il rilascio dei merizzi ha agito favorevolmente nei confronti del rimboschimento artificiale di *Pinus pinea* L., con un attecchimento prossimo al 70 %. Si riscontra, tuttavia il quasi totale fallimento dell'impianto di latifoglie, del quale restano solo i lecci e le specie della macchia mediterranea, a causa dell'elevata densità di ungulati che ha provocato un impatto faunistico molto elevato (tabella 3). Per ciò che concerne la rinnovazione naturale la sua presenza è legata a quella delle piante adulte (figura 4).

Dall'analisi in dettaglio della particella sono state riscontrate tre distinte situazioni che vengono così riassunte:

- aree completamente coperte dalle chiome dei pini adulti;
- aree parzialmente coperte dalle piante adulte;
- aree prive di piante adulte.

In riferimento alla rinnovazione artificiale e naturale sono state riscontrate le seguenti situazioni:

- nel primo caso sono presenti giovani piante di pino derivanti da rinnovazione naturale, che presentano portamento rastremato e alquanto sofferente in quanto localizzati in prossimità delle piante adulte. In alcuni casi, dove esistono macchie di luce (spot light) i pini risultano più sviluppati, ma sempre abbastanza deperienti. Per quanto concerne l'impianto di latifoglie sono rimasti alcuni lecci dal portamento arbustivo e rastremato, sporadiche sughere e le specie della macchia mediterranea più sciafile;
- nel secondo caso sono state identificate piante derivanti da rinnovazione naturale ed artificiale, concentrate prevalentemente nella zona più esterna a quella dell'area d'insidenza delle chiome delle piante portasemi. Anche in questo, caso l'impianto delle latifoglie è fallito per l'eccessivo impatto faunistico, mentre gli arbusti (mirto, lentisco ed erica) sono molto diffusi e rappresentano la maggior parte della copertura;
- nel terzo caso l'impianto di pino domestico si è affermato e le piante originate dal rimboschimento presentano mediamente le stesse dimensioni (altezza media 4,5 m e diametro medio 5 cm) e portamento regolare. Anche questi settori presentano una sviluppata componente arbustiva che, congiuntamente ai pini, costituiscono un complesso intricato e poco accessibile.

Nel complesso la rinnovazione naturale è concentrata nelle vicinanze delle piante portasemi.

8. CONCLUSIONI

L'applicazione del taglio raso con rilascio di merizzi, ha agito favorevolmente sia sotto l'aspetto paesaggistico, mitigando l'impatto visivo delle aree oggetto di utilizzazione, sia sulla rinnovazione artificiale di pino, proteggendola nella prima fase di sviluppo dagli eventi meteorici e dall'eccessiva irradiazione solare. I gruppi di piante portasemi sono risultati, inoltre, indispensabili per la sopravvivenza dei giovani lecci, per lo sviluppo delle diverse specie arbustive più sciafile.

Il rilascio dei gruppi di pini ha, quindi, risposto a esigenze legate alla tutela del territorio, attraverso il miglioramento delle caratteristiche paesaggistiche (armonizzazione della superficie tagliata con le zone contigue non trattate), ed ecologiche, migliorando la biodiversità ambientale.

RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia l'Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL e alla Direzione della Tenuta per il sostegno dimostrato durante tutte le fasi del presente studio che è stato autorizzato dalla Commissione Tecnico Scientifica di Castelporziano.



Figura 1. Immagine satellitare della Tenuta di Castelporziano con evidenziati i soprassuoli a *Pinus pinea* L e le pinete monumentali.
 Figure 1. Satellitare image of the Tenuta di Castelporziano with underlined the soprassuolis to *Pinus pinea* L and the monumental pinetes.
 Figure 1. Image satellitare de la Tenuta de Castelporziano avec souligné le soprassuolis à *Pinus pinea* L et le pinetes monumentali.

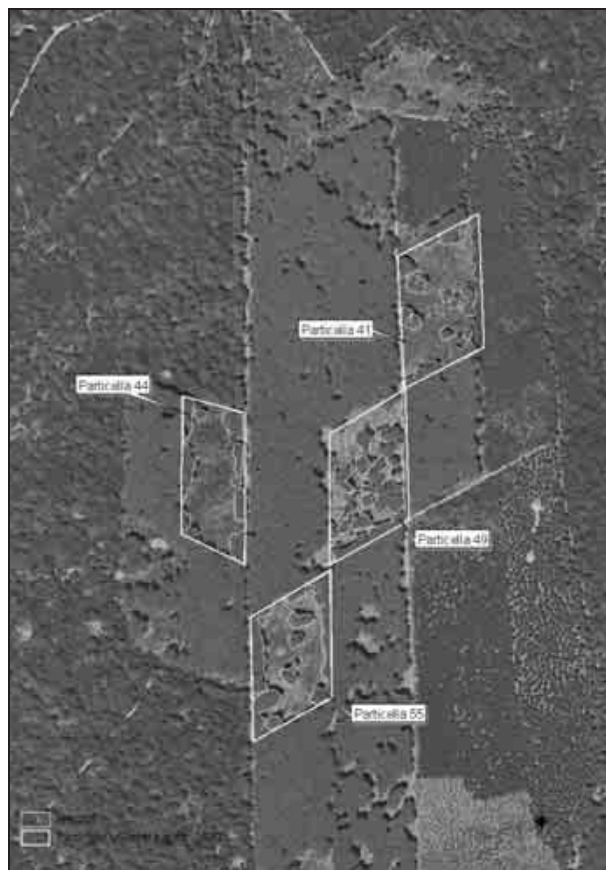


Figura 2. Immagine aerea della Tenuta di Castelporziano con alcune pinete monumentali utilizzate. Sono evidenziati i contorni dei diversi tipi di "merizzi" rilasciati al taglio.
 Figure 2. Aerial image of the Tenuta of Castelporziano with some use monumental pinetes. The contours of the different types of "merizzi" released to the cut.
 Figure 2. Image aérienne de la Tenuta de Castelporziano avec des pinetes monumental coupées. Les contours qui soulignent les différents types de "merizzi" qui ne sont pas coupés.

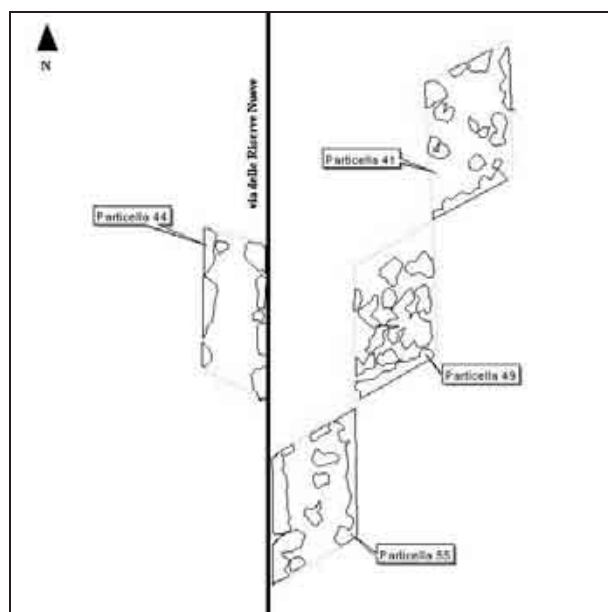


Figura 3. Localizzazione dei merizzi rilasciati all'interno delle aree utilizzate.
 Figure 3. Location of the "merizzi" released inside the used areas.
 Figure 3. L'emplacement des merizzi à l'intérieur des terrains usagés.

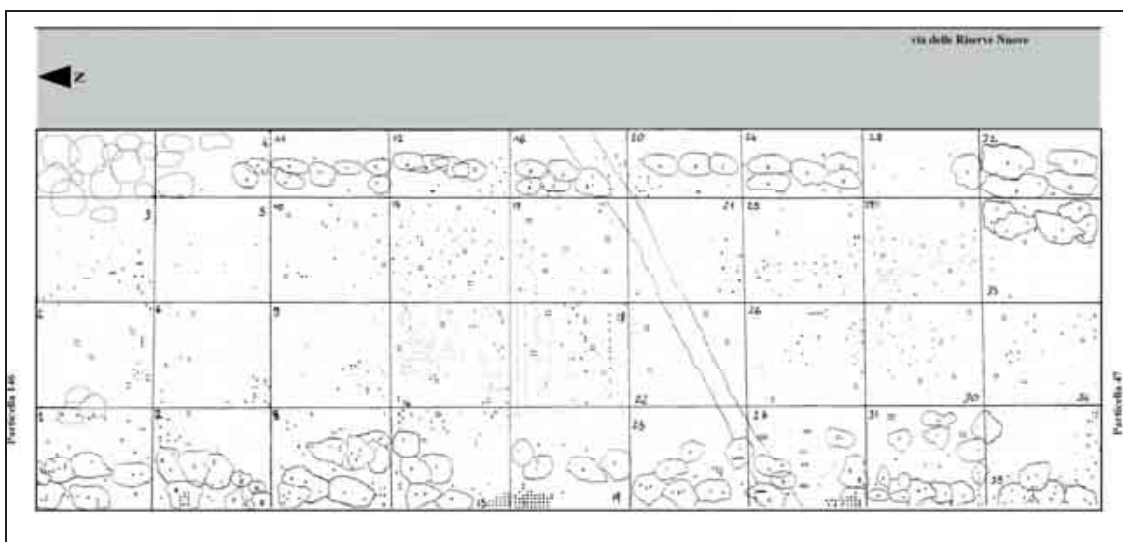


Figura 4. Distribuzione spaziale delle piante portasemi e dei giovani individui di *Pinus pinea* L. all'interno della part. 44.
 Figure 4. Spatial distribution of the plants hands seeds and of the young individuals of *Pinus pinea* L. inside the parcel 44.
 Figure 4. Distribution spatiale des plantes ensemencement et des jeunes individus de *Pinus pinea* L. à l'intérieur de la parcelle 44.

Particella n.	Anno di utilizzazione	Trapianti rimboscimento artificiale			
		Pini n.	Lecci n.	Querce caducifoglie n.	Specie macchia mediterranea n.
41	1989/90	791	250	685	300
44	1991/92	930	200	600	100
49	1990/91	700	200	500	200
55	1990/91	610	200	700	360
68	1990/91	300	120	200	800

Tabella 1. Elenco particelle monumentali trattate con rilascio di merizzi, anno di utilizzazione e trapianti eseguiti.
 Table 1. List monumental parcel treated with release of merizzi, year of use and performed transplantations.
 Tableau 1. Liste des parcelles monumentales traitées a merizzi, année d'usage et transplantations exécutées.

Particella	Superficie	Ultima utilizzazione	Piante prima del taglio	Piante utilizzate	Totale piante rilasciate	Piante ad ettaro	Area basimetrica	Diametro medio	Altezza dominante
numero	ha	anno	numero	numero	numero	n/ha	m ² /ha	cm	m
44	3,6	1991	320	225	95	33	23,92	56,8	22,3

Tabella 2. Dati dendrometrici part. 44.
 Table 2. Data dendrometrici parcel 44.
 Tableau 2. Données dendrometrici de la parcelle 44.

Quadrato	Area	Pini maturi	Diametro a petto d'uomo								Rinnovazione naturale	Rinnovazione artificiale	Lentisco	Fillirea	Erica	Mirto
			cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm						
n	m ²	n	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	n	n	n	n	n	n
1	900	6	61	55	68	71	45	54			6	11	8	6	3	
2	900	2	56	55								16	2	4	5	
3	900											10		2	7	
4	900	6	60	55	54	57	60	54	50				1	1	1	
5	900															
6	900											15	6	2	6	3
7	900	8	57	55	50	56	55	68	63	51	5	10	15	6		
8	900	7	60	70	59	58	63	50	53		7	1	20	1	3	
9	900											16	4	3	5	2

(Segue)

(Segue Tabella 3)

10	900											17	5	3	3	
11	900	6	60	53	52	50	54	56							3	
12	900	4	50	60	54	52							3		5	
13	900											30	6	5	15	
14	900											50	9		25	1
15	900	5	68	66	46	57	58			4	4	4	5	4	10	
16	900	5	50	52	50	48	52						8		5	
17	900											28	4	4	2	
18	900											60	9	11		2
19	900	4	55	50	45	50				5	3	15	17	5		
20	900	3	55	40	54								4			
21	900											6		9		
22	900											6				
23	900	6	71	64	59	47	57	61		7	1		6	9	1	
24	900	5	53	55	60	50	47						1	2		
25	900											22	4	6	4	
26	900											30	10	12	10	
27	900	6	62	60	58	66	50	53							10	
28	900	1	60									3		7	10	
29	900											90			5	2
30	900											30		8	1	
31	900	13	65 65	60 52	54 65	66 55	51 46	54 45	60	7				7	3	
32	900	4	50	55	53	60									5	
33	900	5	50	55	53	60						1		4		
34	900											18		10		
35	900	4	53	55	60	80				4	9	6	9	7		
Totali										45	487	145	149	167	11	

Tabella 3. Censimento vegetazionale all'interno delle aree di rilievo nella part. 44.

Table 3. Census of the vegetation inside the areas of relief in the parcel 44.

Tableau 3. Recensement vegetazionale à l'intérieur des terrains enregistrés dans la parcelle 44.

SUMMARY

During the last decades a serious suffering of domestic pine has been spotted along the Tyrrhenian coast. In Castelporziano area, the *Pinus pinea* L., can still grow and suitably adapt to secular vegetation.

The destination of this territory to Protected Area has demanded a management based on biodiversity, multifunction vegetation and preservation of landscape features.

The monumental Castelporziano pine-forests, considered of great landscape interest, are kinds of homogeneous and contemporary vegetations aged between 73 and 142.

The representative rôle of the Presidential Estate justifies such long silvicultural turns and it demands a specific protective management which, avoiding the drastic ground cut of vast areas, provides the leftover vegetation in the use of about 30% of biomass. Groups of 3-5 adult plants (merizzi) have been detected for seed spreading, and some other congruous groups of interesting plants have been spotted on the basis of their environmental and landscape features. The main purpose of this study is to verify the final results using different management methods. The effects of domestic pine and mediterranean broadleaves reforestation have been recorded in parcel 44.

The ground cut with reserve may fully satisfy landscape demands especially if carried on areas bordered with untreated ones.

RÉSUMÉ

Le long du littoral tyrrhénique on a détecté, pendant les dernières décennies, un grave état de souffrance du pin domestique. À Castelporziano, le *Pinus pinea* L., montre de bonnes capacités d'adaptations et d'accroissements même sur des sursols séculaires.

La destination de ce territoire comme Aire Gardée a demandé une administration fondée sur la diversité biologique, la multifonction des sursols boisés et la garde des caractéristiques du paysage. Les pinèdes monumentales de Castelporziano, considérées avec grand intérêt du point de vue du paysage, sont des sursols contemporains et homogènes, âgés de 73 jusqu'à 143 ans.

Des tours selviculturales si longs peuvent être justifiés par le rôle de représentation du Domaine Présidentiel, pourtant l'aspect du paysage est gardé par une administration appropriée qui, à la coupe rase radicale, a préféré le laissé dans l'emploi du 30% environs de la biomasse. On a déterminé des groupes de 3-5 plantes mûres (merizzi) par la diffusion de la

semence et on a déterminé aussi des ensembles convenables de plantes intéressantes pour le paysage et l'environnement. L'objectif de cet étude est celui de vérifier les résultats obtenus appliquant des méthodologies d'aménagement différentes. À propos de la parcelle 44, on a observé les effets des reboisements artificiels du pin domestique et des feuillus méditerranéennes. La coupe rase avec réserve (merizzi) peut respecter entièrement les besoins du paysage, surtout s'elle est effectuée sur des aires entourées par des parcelles sans traitement.

BIBLIOGRAFIA

- Anselmi N., Gori M., Mazzaglia A., Nasini M., Ravaioli F., Rocco E., 2007 – *Indagini fitosanitarie nelle formazioni forestali della Tenuta Presidenziale di Castelporziano*. In: Il Sistema Ambientale della Tenuta Presidenziale di Castelporziano. II Serie. Acc. Naz. delle Sc. detta dei XL. "Scritti e documenti" XXXVII Roma: 675-700.
- Agrimi M., Bollati S., Giordano E., Portoghesi L., 2002 – *Struttura dei popolamenti e proposta di gestione per le pinete del litorale romano*. Italia Forestale e Montana n. 3.
- Blasi C., 2005 – *Piano di Zonizzazione*. Tenuta di Castelporziano.
- Ciancio O., Nocentini S., 1994 – *La gestione forestale nelle aree protette*. Linea ecologica, (30): 10-13.
- Casanova P., Memoli A., 2007 – *Il daino: un distruttore delle foreste demaniali*. L'Italia Forestale e Montana, (4): 283-293.
- Giordano E., Capitoni B., Eberle A., Maffei L., Musicanti A., Recanatesi F., 2006 – *Proposta per il Piano di Gestione forestale della Tenuta Presidenziale di Castelporziano*. In: Il Sistema Ambientale della Tenuta Presidenziale di Castelporziano. II Serie. Acc. Naz. delle Sc. detta dei XL. "Scritti e documenti" XXXVII Roma: 1301-1529.
- Pignatti S., Bianco P.M., Tescarollo P., Scarascia Mugnozza G.T., 2001 – *La vegetazione della Tenuta Presidenziale di Castelporziano*. In : "Ricerche sulla complessità di un ecosistema costiero mediterraneo", Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL, Roma: 198-237.

FAUNA E MACCHIA MEDITERRANEA: ASPETTI ECOLOGICI E GESTIONALI

(*) Dipartimento di Scienze e Tecnologie Ambientali Forestali, Università degli Studi di Firenze

La macchia mediterranea rappresenta una fitocenosi diffusa e comune in tutto il bacino del Mediterraneo, da cui prende il nome. A seconda delle diverse utilizzazioni può ospitare popolazioni di cinghiale, capriolo, daino e, a volte, di muflone e di cervo assieme a numerosi uccelli migratori svernanti.

Per quanto riguarda il capriolo, si è tentato di individuarne l'habitat più adatto in base alle caratteristiche territoriali e alimentari della specie. Allo scopo sono state condotte una serie di osservazioni nella foresta demaniale di Riotorto-Montioni (GR). La metodologia si è basata sul percorso di *transect* predeterminati lungo i quali si sono rilevati i vari indici di presenza del piccolo cervide.

La ricerca sullo spettro trofico del daino si è svolta invece nell'ex tenuta presidenziale di San Rossore (PI) dove, a causa di un carico molto elevato, questo selvatico è riuscito ad utilizzare anche le fonti trofiche più improbabili. Sono state costruite aree di saggio recintate, precluse al pascolo per due anni, nelle quali, una volta tolta la recinzione, si sono verificate le preferenze alimentari del cervide e le percentuali di asportazione a carico delle diverse specie vegetali.

Per il cinghiale, infine, è stata presa in considerazione anche l'offerta alimentare presente nel terreno, compresa quella di origine animale (lombrichi, limacce, tuberi, rizomi, ecc.). La prova è stata condotta nel Parco Naturale della Maremma (GR).

Nel complesso, la macchia mediterranea si presenta come un "bosco" molto adatto anche alla vita di questi ungulati, in particolare se vengono attuati determinati accorgimenti selvicolturali.

Parole chiave: capriolo, daino, cinghiale, macchia mediterranea.

Key words: roe deer, fallow deer, wild-boar, mediterranean bush.

Mots clés: chevreuils, daims, sangliers, maquis méditerranéen.

1. PREMESSA

La macchia mediterranea è una fitocenosi comune e diffusa in tutto il bacino del Mediterraneo. In Toscana occupa un'ampia superficie e l'Inventario Forestale Toscano ha classificato 68.704 ettari di macchia mediterranea "a portamento arboreo", 41.728 ettari "a portamento arbustivo" e 4.240 di "gariga" (Regione Toscana, 1998). Nella nostra regione la macchia a portamento arbustivo e la gariga si trovano quasi esclusivamente lungo le coste a scoglio: soprattutto sui promontori e sulle isole. Nelle colline interne della Maremma, queste formazioni cespugliose danno vita a popolamenti che possono venire inclusi nell'ambito dei forteti di leccio, oppure si manifestano come vegetazione di sottobosco o di radura nelle pinete.

Per le sue caratteristiche vegetazionali, la Macchia mediterranea, nel complesso, rappresenta un habitat pressoché ideale per lo svernamento di quasi tutte le specie di uccelli migratori che, durante il volo post-nuziale, interessano la nostra Penisola. Inoltre, a seconda delle diverse utilizzazioni, può ospitare anche popolazioni di capriolo, cinghiale, daino e, a volte, di muflone e di cervo (Casanova *et al.*, 1993).

Nel presente lavoro vengono esposti i risultati di tre indagini sulle problematiche legate alla presenza di ungulati in alcune fitocenosi. Esse sono state condotte in ambienti nei quali è presente una differente vegetazione con fisionomia di Macchia mediterranea, in base alla classificazione proposta da Fenaroli (1985). Le località esaminate sono: la foresta demaniale di Riotorto-Montioni (GR), l'ex tenuta presidenziale di San Rossore (PI) e l'azienda agricola di Alberese (all'interno del Parco Naturale della Maremma).

2. MATERIALI E METODI

Con la prima indagine si è tentato di individuare il grado di utilizzazione da parte del Capriolo dei diversi ambienti presenti nel sistema collinare di Riotorto-Montioni, nella Maremma toscana.

Queste colline ospitano una diffusa formazione sempreverde mediterranea, i cui stadi evolutivi più comuni sono quelli a macchia alta e a macchia-foresta. Le specie predominanti risultano *Quercus ilex*, *Arbutus unedo* ed *Erica arborea*, alle quali si associano, in varia misura, *Fraxinus ornus*, *Viburnum tinus*, *Phillyrea latifolia* ed altre specie secondarie.

Nelle esposizioni più fresche e lungo i fondovalle, si insediano boschi di tipo sub mediterraneo, costituiti prevalentemente da *Quercus cerris* con la partecipazione di altre caducifoglie (*Quercus pubescens*, *Acer campestre*, *Acer monspessulanum*, *Fraxinus ornus*, *Malus sylvestris*, *Sorbus domestica*, *Sorbus torminalis* e, negli ambiti più umidi, *Ulmus campestris* ed *Ostrya carpinifolia*). Sono presenti, in misura diversa, alberelli ed arbusti quali *Crataegus monogyna*, *Prunus spinosa*, *Cornus mas*, *Ligustrum vulgare*, *Juniperus communis*, *Erica arborea*, *Erica scoparia*, *Phyllirea latifolia*, ecc. Allontanandosi dai fondovalle, il cerro tende a diradare e i boschi assumono l'aspetto di formazioni miste che si caratterizzano per la convivenza di elementi xerofili sempreverdi (soprattutto leccio e corbezzolo) con elementi a foglia caduca (in particolare cerro, ornio e roverella).

Il complesso forestale, che interessa un'area di circa di circa 3500 ha, è stato suddiviso nei quattro tipi fondamentali di bosco: ceduo di sempreverde, ceduo misto di cerro e

sempreverdi, ceduo di cerro, fustaia transitoria di cerro (giovani fustaie distribuite in piccoli nuclei separati).

L'indagine, svolta nei mesi di giugno e luglio del 2005, è stata compiuta mediante il rilevamento dei segnali di presenza del capriolo lungo sentieri campione o *transect*.

A tale scopo si è cercato di coprire, nel modo più uniforme possibile, tutto il territorio in esame e di definire ciascun percorso all'interno di un unico tipo di bosco. Complessivamente sono stati indagati 67 sentieri per un totale di 55,5 Km; la lunghezza totale dei transect visitati, per ogni tipologia forestale, è risultata proporzionale alla estensione di ciascuna tipologia stessa.

Per determinare il grado di presenza del capriolo, si è fatto riferimento alle "marcature" che i maschi producono ai confini del proprio territorio. In particolare sono stati rilevati i marchi visivi (Perco, 1979): ossia i "fregoni" (sfregamento dei palchi su piccoli fusti o rami) e le "raspate" (raschiamento del terreno con gli unghioni). A differenza degli altri segnali (sterco e orme), la "marcatura" unisce il pregio dell'abbondanza dei dati a quello di un soddisfacente grado di attendibilità, in quanto esprime sempre la reale preferenza di un maschio dominante per il territorio ritenuto più favorevole e del quale ha preso possesso in modo definitivo (Casanova *et al.*, 2004).

L'elaborazione dei dati ha fornito, per ciascuna tipologia forestale, due indici medi di presenza (fregoni e raspate), riferiti al Km lineare.

L'impiego del test del X^2 (Siegel e Castellan, 1988), associato alla tecnica degli intervalli di confidenza simultanei (Neu *et al.*, 1974; Byers *et al.*, 1984; Alldredge e Ratti, 1986) ha infine consentito di valutare la significatività statistica dei risultati.

La seconda indagine (1983-1985) ha avuto lo scopo di studiare le preferenze alimentari del daino ed è stata condotta all'interno della allora tenuta presidenziale di San Rossore, dove vi era un carico di circa 21 daini per 100 ha. In essa sono individuabili le seguenti coperture vegetazionali:

- fasce forestali mesofile; occupano gli spazi interdunali e predunali e in esse sono presenti boschi misti di latifoglie (con prevalenza di farnia e di frassino ossifillo), pioppete di pioppo bianco e cedui di ontano nero;
- boschi dunali, più xerofili e poveri da un punto di vista alimentare, con prevalenza di leccio, pino domestico e pino marittimo, spesso disposti a formare pinete pure;
- vegetazione psammofila, che dalle dune litoranee giunge sino alle pinete di pino marittimo.

La tecnica adottata si è basata sull'esame diretto, periodico e sistematico della vegetazione, mediante aree di saggio permanenti. Tali aree, ampie 100 m² e in numero di 10 per ogni fitocenosi, sono state recitate con rete a maglia sciolta alta circa 2 metri per escluderle dal pascolo dei daini nei due anni precedenti all'inizio delle osservazioni (1983 e 1984). In questo modo al loro interno si è andata ricostituendo una fitta vegetazione erbacea e arbustiva, la cui ricchezza si poneva in forte contrasto con la povertà del pascolo rinvenibile all'esterno delle aree di saggio.

Dal maggio 1985, nella recinzione è stato aperto un varco ampio due metri, pur mantenendo all'interno un'area testimone inaccessibile ampia 10 m x 2 m. L'apertura è stata "sbarrata" con una cordicella in senso trasversale, a circa un metro di altezza, la cui eventuale rimozione a-

vrebbe rivelato l'avvenuto pascolamento da parte dei daini dentro l'area in questione.

Ogni area è stata esaminata con una periodicità di cinque giorni e, nel caso in cui fosse stata rimossa la cordicella, veniva stimata, per ogni specie vegetale presente, la percentuale di biomassa pascolata. Questa era riferita alla probabile quantità di sostanza vegetale che le piante, all'interno del recinto, avrebbero avuto al momento del rilievo se fossero rimaste integre e non brucate, comparandole con quelle presenti nel testimone (Casanova *et al.*, 1984).

Con la terza indagine si è stimata la disponibilità trofica pascolabile dal cinghiale nella stagione in cui l'offerta alimentare risulta minore: cioè l'inverno. Il territorio preso in esame rimane all'interno dell'azienda agricola di Alberese a sua volta aggregata al Parco Naturale della Maremma.

Nel secolo scorso, Alberese faceva parte del patrimonio personale dei Lorena e veniva gestita con il sistema mezzadrile, almeno per quanto riguardava i terreni coltivabili.

Dopo la prima guerra mondiale, passò all'ONC (Opera Nazionale Combattenti) che la bonificò assegnando i poderi ai reduci di guerra.

Oggi la sua gestione si basa sull'impiego di salariati e tiene conto dell'importanza faunistica del cinghiale, forse maremmano (*Sus scrofa majori*), che come tale costituisce la specie più importante da conservare (Casanova e Sorbetti Guerri, 2003).

Nei versanti occidentali dell'azienda, il leccio (*Quercus ilex*) si accompagna a fillirea (*Phillyrea latifolia*), corbezzolo (*Arbutus unedo*), lentisco (*Viburnum lentiscus*) e viburno (*Viburnum tinus*), sui terreni calcarei; a erica (*Erica arborea*) e quercia da sughero (*Quercus seber*), sui terreni silicei. Nei versanti orientali e settentrionali, il bosco di lecci si arricchisce di specie quali: roverella (*Quercus pubescens*), orniello (*Fraxinus ornus*), sorbo (*Sorbus domestica* e *Sorbus torminalis*), biancospino (*Crataegus monogyna*), edera (*Hedera helix*) e vitalba (*Clematis vitalba*). Limitata è la presenza di alloro (*Laurus nobilis*), carpino nero (*Ostrya carpinifolia*) e cerro (*Quercus cerris*); piuttosto comune quella di acero trilobo (*Acer monspessulanus*).

Diffuso un po' ovunque il Pino domestico sia in piccoli gruppi sia in pinete vere e proprie.

Per svolgere la ricerca sono state individuate aree omogenee per copertura vegetale, alcune ampie decine di ettari, così da poter effettuare una stima delle risorse alimentari pascolabili mediante dati rilevati su aree di saggio.

Si è proceduto a cartografare (in scala 1:10.000) tali aree e a sorteggiare, con il sistema della sovrapposizione di un reticolo, 3 aree di saggio per ogni area omogenea. Per ciascun tipo di copertura vegetale, sono state quindi individuate 9 aree di saggio, suddivise in 3 stazioni, su cui eseguire i rilievi. La superficie delle suddette aree è stata di 50,24 m², laddove la vegetazione si presentava fitta ed intricata, e di 214 m² nelle fustaie e nelle zone aperte.

Per la loro ubicazione, si è operato in modo che esse risultassero sufficientemente rappresentative delle fitocenosi cui si riferivano così da consentire, in un secondo tempo, l'estensione dei dati a tutta l'area omogenea esaminata. Testimoni e recinzioni, poste intorno alle aree di saggio dove l'eccessiva presenza dei selvatici poteva alterare i rilievi, hanno completato la messa a punto del metodo di indagine.

In ogni area di saggio è stato prelevato tutto il materiale

edibile dai pascolatori fino ad un'altezza di 1,10 m dal suolo mentre bulbi, tuberi, rizomi e invertebrati sono stati raccolti scavando la parte superficiale del terreno, fino a una profondità di 10 cm. Non sono state prese in considerazione le specie tossiche o rifiutate quali euforbie, ellebori, felci, Brachipodio, ecc. Il materiale raccolto è stato pesato e registrato in base alla qualità (funghi, erbe, arbusti, conifere, latifoglie), distinguendo ulteriormente le foglie dai germogli e dai frutti, per le specie arbustive e arboree.

L'operazione si è ripetuta per tre cicli stagionali completi e consecutivi (2000-2002), avendo cura di spostare le aree ad ogni prelievo successivo in quanto occorre, in media, più di un anno perché il materiale raccolto venga reintegrato: in particolare per gli organi vegetativi ipogei.

3. RISULTATI

L'indagine sulla individuazione dell'habitat più idoneo al capriolo nel sistema collinare di Riotorto-Montioni ha evidenziato come la popolazione del cervide si distribuisca su tutta l'area in esame. Tuttavia la densità (capi/100 ha) non risulta uniforme, ma si diversifica in relazione al tipo di copertura vegetale.

Gli indici medi di presenza dei maschi territoriali (Fig. 1), riferiti ai quattro tipi di habitat scelti, hanno mostrato una spiccata preferenza per le cerrete, sia in forma di ceduo che di fustaia transitoria, mentre i valori più bassi sono stati registrati all'interno dei cedui di sclerofille mediterranee. Livelli di frequenza intermedi si sono rilevati proprio nelle formazioni forestali miste di cerro e sclerofille mediterranee.

L'analisi del X^2 (Tab. 1) ha confermato una differenza significativa, per entrambi i tipi di marcature, tra i valori ottenuti in base alle osservazioni di campagna e i valori previsti o teorici ($X^2 = 284,06$ riguardo alle raspe e $X^2 = 115,41$ per i fregoni; $P > 0,001$ con $gl = 3$). Gli intervalli di confidenza simultanei del Bonferroni hanno evidenziato come i cedui e le fustaie transitorie di cerro vengano utilizzate in misura significativamente maggiore rispetto ai valori previsti, e come la macchia propriamente detta risulti frequentata con minore intensità.

L'esame diretto della vegetazione naturale in aree di saggio, per lo studio delle preferenze alimentari del daino nell'ex-tenuta presidenziale di S. Rossore, ha consentito di individuare le varie specie vegetali utilizzate dal cervide durante il periodo dei rilievi e le percentuali pascolate.

La tabella 2 fornisce, in prima approssimazione, un ordine di appetibilità delle varie specie vegetali durante i mesi considerati.

Il *Fraxinus angustifolia* è risultato tra le piante più appetite. Già a maggio, il 60% dei germogli, posti a un'altezza inferiore a 1,5 m da terra, era stato consumato ed entro luglio lo era anche il rimanente 40%. I dati forniscono inoltre una valida indicazione dell'intensità con cui le varie specie vegetali sono state pascolate.

Senza prendere in considerazione l'elevata attività di brucatura a carico della componente erbacea, occorre rilevare come, su oltre 50 specie analizzate, una notevole percentuale sia stata pascolata dagli animali con una intensità di un certo rilievo. Solo un limitato numero di specie è stato rifiutato o ha subito un'azione di pascolo trascurabile.

I dati esposti sono un'ulteriore conferma di come la dieta

del daino risulti molto varia. Oltre alle piante erbacee (in particolare graminoidi), pascolate principalmente in primavera ed estate, essa comprende anche molte specie arboree e arbustive dei cui germogli e frutti il cervide si ciba soprattutto d'autunno e in inverno.

La tabella 2 fornisce soltanto alcune indicazioni sulle preferenze alimentari del daino nel contesto ambientale in cui è stata effettuata l'indagine. Infatti, una medesima specie vegetale può essere intensamente pascolata in un determinato habitat, ma poco in un altro. È noto come i cervidi (Kossak, 1976) mostrino una spiccata preferenza non tanto per singole specie vegetali, quanto per un determinato complesso o insieme di alimenti riferito all'ecosistema in cui si trovano.

La tabella 3 riporta la composizione percentuale del pascolo utilizzabile dal cinghiale nelle diverse fitocenosi dell'azienda agricola di Alberese e consente di definire quelle più adatte a soddisfare le esigenze del suide.

La Tab.4 mostra i dati relativi agli alimenti contenuti nei primi 10 cm del suolo. È possibile rilevare la grande differenza fra l'offerta pabulare della macchia mediterranea alta e quella della macchia di recente utilizzazione dove, una maggiore illuminazione del suolo, consente una più veloce decomposizione della sostanza organica e quindi una maggiore quantità di invertebrati (soprattutto lombrichi), come nelle chiarie.

Nei querceti misti, in ogni caso, il pascolo per il suide viene garantito dai frutti, principalmente ghiande, presenti durante tutto l'arco della stagione invernale.

4. CONCLUSIONI

I dati rilevati nella foresta demaniale di Riotorto-Montioni, indicano la necessità di tutelare l'ambiente della cerreta che, peraltro, si presenta meno esteso rispetto alle altre formazioni.

Dell'intero complesso forestale, sono proprio le cerrete che, con la loro maggiore variabilità nella composizione, nella struttura e nel grado di copertura offerta dalle chiome, presentano una maggiore ricchezza di sottobosco, sia arbustivo sia erbaceo.

Il più elevato contributo alimentare, offerto dalle cerrete, si verifica non solo in termini quantitativi, ma anche qualitativi. Esse favoriscono un'ampia scelta alimentare e quindi una dieta più ricca e differenziata; aspetto non trascurabile per un erbivoro come il capriolo che, dal punto di vista alimentare, presenta particolari esigenze in termini qualitativi (Andersen *et al.*, 1998). Per il notevole coefficiente di boscosità, appare opportuno mantenere radure, carbonaie, cespuglieti e incolti da arricchire con specie erbacee ed arbustive ad alto valore nutritivo.

L'indagine svolta nell'ex Tenuta Presidenziale di S. Rossore ha evidenziato come, in assenza di predatori che le controllino, le popolazioni di daino possono accrescersi numericamente fino a causare una regressione evolutiva degli ecosistemi nei quali esse vivono. La rinnovazione dei vegetali più appetiti viene intensamente brucata prima che riesca ad accrescersi e sfuggire così al morso. In casi limite, il novellame di specie forestali a seme grosso (querce, castagno, faggio, ippocastano e nocciolo) può risultare del tutto assente perché i frutti vengono pascolati completamente in autunno e in inverno. Alcune specie tendono così

a rarefarsi o addirittura si estinguono, come la farnia, mentre solo le piante velenose, o spinosissime, o comunque rifiutate dagli animali, hanno la possibilità di accrescersi e di diffondersi liberamente.

Con l'indagine svolta nel Parco Naturale della Maremma, si è notato infine che una sola delle coperture vegetali considerate riesce difficilmente a soddisfare le esigenze fondamentali del cinghiale: disponibilità costante di acqua, sottobosco folto ed intricato, cibo abbondante durante l'inverno (Nobile, 1981; Casanova *et al.*, op cit). Quindi, non ha molto valore definire la densità di animali che una sola fitocenosi è in grado di sostenere. Appare più corretto porre l'attenzione su diversi tipi di bosco le cui caratteristiche tendono ad integrarsi nell'arco dell'anno.

L'indagine ha cercato inoltre di evidenziare quali fitocenosi si configurino come vere e proprie "culture pabulari": zone, cioè, nelle quali il suide può sempre integrare la propria razione per quanto riguarda la componente vegetale e animale; è il caso del querceto misto a latifoglie.

La densità delle popolazioni di cinghiale deve essere quindi regolata dall'uomo, così da evitare pericolose forme di competizione alimentare nei confronti di altre specie, in particolare nella stagione critica (Riviello, 2006).

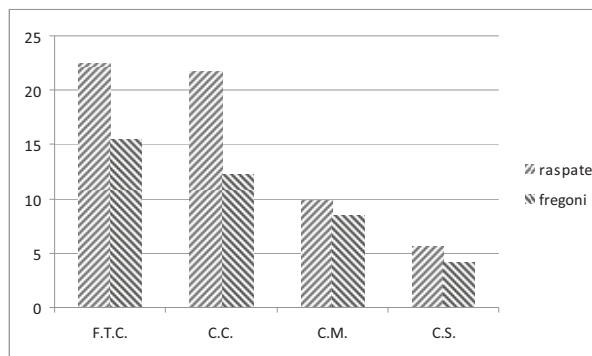


Figura 1. Indici medi di frequenza del capriolo nei quattro tipi di bosco; fustaia transitoria di cerro (F.T.C.), ceduo di cerro (C.C.), ceduo misto (C.M.), ceduo di sempreverdi (C.S.).

Figure 1. Medium index of roe deer frequency in the four types of wood: turkey oak crop forest, turkey oak's coppice, mixed coppice, evergreen oak's coppice.

Figure 1. Les index moyens de fréquence du chevreuil dans les 4 types de bois: futaie de chêne vert, taillis de chêne vert, taillis mixte, taillis de Semper virens.

Tipo di bosco		Proporzione osservata (P_i)	Proporzione prevista (P_{io})	Intervalli del Bonferroni *
Ceduo di sempreverdi	(R)	0,269	0,521	$0,227 \leq P_1 \leq 0,311$
	(F)	0,302	«	$0,250 \leq \ll \leq 0,354$
Ceduo misto	(R)	0,197	0,218	$0,159 \leq P_2 \leq 0,235$
	(F)	0,246	«	$0,197 \leq \ll \leq 0,295$
Ceduo di cerro	(R)	0,408	0,200	$0,316 \leq P_3 \leq 0,455$
	(F)	0,330	«	$0,277 \leq \ll \leq 0,383$
Fustaia transitoria di cerro	(R)	0,126	0,061	$0,094 \leq P_4 \leq 0,158$
	(F)	0,122	«	$0,085 \leq \ll \leq 0,159$

Tabella 1. Intervalli di confidenza simultanei del Bonferroni relativi alle "marcature" registrate all'interno dei quattro tipi di bosco (R: raspate, F: fregoni).

Table 1. Bonferroni simultaneous confidence intervals concerning the "markings" registered inside the 4 types of wood (R: rasping, F: rubbing).

Tableau 1. Intervalles de confiance simultanées du Bonferroni relatives au "marqu岸ures" enregistrées à l'intérieur des 4 types de bois (R: empreinte, F: écorçage).

Specie legnose	Il metà di maggio	giugno	luglio	inverno
<i>Salix alba</i>		75	1	
<i>Ligustrum vulgare</i>		70	10	20
<i>Fraxinus angustifolia</i>	60	30	10 10	1
<i>Alnus cordata</i>	40	25	3	++
<i>Rosa sempervirens</i>	45	40	15	5
<i>Hedera helix</i>	30	30	15 20	10 15
<i>Rubus fruticosus</i>	25	10	10	20 20
<i>Clematis vitalba</i>	25 20	30	30	++
<i>Ulmus minor</i>	25	20 15	40 30	3
<i>Cornus sanguinea</i>	25	5	25	5
<i>Smilax aspera</i>		25	5 20	10
<i>Populus alba</i>		20	25	1
<i>Solanum dulcamara</i>	15	25	25	
<i>Acer campestre</i>			20	
<i>Carpinus betulus</i>			20	1
<i>Ficus carica</i>			20	1
<i>Phillyrea latifolia</i>			20	15
<i>Morus sp.</i>			25	

(Segue)

(Segue Tabella 2)

<i>Prunus spinosa</i>	5	25	5	15		++
<i>Quercus robur</i>			1	25	3	1
<i>Quercus ilex</i>	10	10	10		25	20
<i>Euonymus europaeus</i>		25	30		20	
<i>Crataegus monogyna</i>	10	3	15	10	10	+ +
<i>Alnus glutinosa</i>		5	++	10	10	10
<i>Ruscus aculeatus</i>	10		10		10	0 10
<i>Asparagus acutifolius</i>	10		10		10	30 20
<i>Spartium junceum</i>				15		
<i>Populus tremula</i>				10		
<i>Ulex europaeus</i>						5
<i>Phyllostachis mitis</i>						10
<i>Erica arborea</i>						3
<i>Cistus salvifolius</i>		+		+		5 1
<i>Citrus trifoliata</i>			1		1	5
<i>Pittosporum tobira</i>					5	
<i>Yucca sp.</i>					5	1
<i>Myrtus communis</i>					5	3
<i>Laurus nobilis</i>					1	10
<i>Eleagnus angustifolia</i>					5	++
<i>Juniperus oxycedrus</i>		0		0		+ 5
<i>Taxodium distichum</i>			++		0	
<i>Erica scoparia</i>		0		0	0	0 +
<i>Buxus sempervirens</i>					0	1
<i>Platanus sp.</i>	0		0		++	
<i>Pinus pinea</i>					0	+
<i>Pinus pinaster</i>			0		0	2
<i>Ailanthus altissima</i>			0		1	1
<i>Cupularia viscosa</i>	0	+		0	0	
<i>Cupressus sempervirens</i>					0	++
<i>Daphne gnidium</i>	0		0		0	0
<i>Tamarix sp.</i>			0		0	0
<i>Nerium oleander</i>			0		0	0
<i>Artemisia caerulescens</i>			0	0		1
<i>Vitex agnus castus</i>					0	
<i>Pistacia lentiscus</i>		+		+		+

Per ogni periodo sono riportati due valori: il primo relativo ai dati raccolti all'interno delle aree di saggio permanenti, il secondo a quelli raccolti al loro esterno.
 ++ = pascolamento inferiore all'1%
 + = tracce di pascolamento

Tabella 2. Valori relativi alla percentuale vegetale pascolata dal Daino a San Rossore durante alcuni periodi dell'anno.

Table 2. Values relative to the vegetable percentage pastured by the fallow-deer in San Rossore during some periods of the year.

Tableau 2. Valeurs relatives au pourcentage végétal pâturé du daim à San Rossore pendant quelques périodes de l'année.

Tipi di coperture vegetali	Quantità pascolabili			Densità
	min	media	max	max
Macchia mediterranea alta	0,30	0,38	0,50	7,0
Macchia mediterranea di recente utilizzazione	4,30	5,10	6,64	86,9
Chiarie in macchia	2,67	3,61	5,45	66,8
Pineta	1,90	2,62	3,60	47,0
Zone palustri	1,25	1,64	2,35	15,0
Pascoli arborati di collina	4,25	5,36	5,88	35,2
Pascoli di piano	1,87	2,39	2,98	47,6
Querceto misto a latifoglie	8,05	8,79	9,62	102,4
Alto fusto di querce sempreverdi con prevalenza di Q. suber	1,25	1,36	1,57	18,7

Tabella 3. Produzione pascolabile per il cinghiale in alcune fitocenosi nel corso della stagione invernale nel triennio 2000-2002 (dati espressi in q/ha di sostanza verde) e relativa densità massima di capi per 100 ha.

Table 3. Pasturable production for the wild-boar in some phytocenosis during the winter season in the years 2000-2002 (data expressed in q/ha of green substance).

Tableau 3. Production pâturable pour le sanglier dans quelques phytocénoses au cours de la saison hivernale pendant la période 2000-2002 (données exprimées en q/ha de substance verte) et relative densité maximale de têtes pour 100 ha.

<i>Tipi di coperture vegetali</i>	<i>Tuberi, bulbi, rizomi e invertebrati</i>
Macchia mediterranea alta	1,52
Macchia mediterranea di recente utilizzazione	40,8
Chiarie in macchia	120,935
Pineta	18,34
Zone palustri	41,82
Pascoli arborati di collina	32,16
Pascoli di piano	28,68
Querceto misto a latifoglie	131,85
Alto fusto di querce sempreverdi con prevalenza di Q. suber	3,4

Tabella 4. Alimenti contenuti nei primi strati del suolo per alcune fitocenosi nel corso della stagione invernale nel triennio 2000-2002 (dati espressi in Kg/ha).

Table 4. Food contained in the first soil strata for some phytocenosis during the winter season in the years 2000-2002 (data in kg/ha).

Tableau 4. Aliments contenus dans les premières couches du sol pour quelques phytocénoses au cours de la saison hivernale pendant la période 2000-2002 (données exprimées en kg/ha).

SUMMARY

FAUNA AND MEDITERRANEAN BUSH: ECOLOGICAL AND MANAGING ASPECTS

The Mediterranean bush represents a widespread phytocenosis common to the whole Mediterranean area, from which it takes its name. According to different usage it can lodge a population of wild-boars, fellow deers, roe deers and sometimes mouflons and red deers together with many hibernating migratory birds. As to the roe-deer, trials have been made in order to determine its most suitable habitat considering the territory and alimentary characteristics of the species. For this purpose, a series of observations has been affected in the state forest of Riotorto-Montioni (GR). The method has been based on the predetermined transect course along which various signs of the presence of the small deer have been pointed out. The research of the trophic spectrum of the fellow deer has taken place in the ex presidential estate in San Rossore (PI) where, due to a very high charge, this deer has succeeded in using even the most improbable trophic sources. Some areas have been built and blocked to pasture for two years and then, after the fencing has been taken off, the alimentary preferences of the deer and the removal percentages of the various vegetable species have been verified. As to the wild-boar, also the alimentary offer of the ground has been taken into account, including the one of animal origin (worms, snails, tubers, rootstalks etc). The test has taken place in the Maremma Natural Park (GR). In its complex, the Mediterranean bush appears like a "wood" very suitable to the life of these ungulates, especially if particular silvicultural contrivances are effected.

RÉSUMÉ

FAUNE ET MAQUIS MEDITERRANÉEN: ASPECTS ECOLOGIQUES ET GESTIONNAIRES

Le maquis méditerranéen représente une phytocénose diffusée et commune dans tout le bassin de la Méditerranée, dont il prend son nom. Selon les différentes utilisations il peut abriter des populations de sangliers, chevreuils, daims et, parfois, de mouflons et cerfs avec de nombreux oiseaux migrateurs hibernants.

En ce qui concerne le chevreuil, on a essayé d'individuer son habitat le plus indiqué sur la base des caractéristiques territoriales et alimentaires de l'espèce. C'est pourquoi on a effectué des observations dans la forêt domaniale de Riotorto – Montioni (GR). La méthodologie a été basée sur les parcours de "transect" prédéterminés le long duquels on a relevé tous les index de présence du petit cervide.

La recherche sur le spectre trophique du daim a été effectuée dans l'ex-domaine présidentiel de San Rossore (PI) où, à cause d'un charge très élevé, ce sauvagin a réussi à utiliser même les sources trophiques les plus improbables. On a construit des terrains d'essai clôturés fermés au pâturage pendant deux ans, dans lesquels, lors qu'on a enlevé l'enceinte, on a vérifié les préférences alimentaires du cervide et les pourcentages d'extirpation à la charge des différentes espèces végétales.

Pour le sanglier, enfin, on a pris en considération aussi l'offre alimentaire présente dans le terrain, y comprise celle d'origine animale (lombrics, limaces, tubercules, rhizomes, etc.). L'essai a été effectué dans le Parc Naturel de la Maremma (GR). Dans l'ensemble le maquis méditerranéen apparaît comme un "bois" très indiqué aussi pour la vie de ces ongulés, surtout si on a la possibilité de mettre en oeuvre des précautions sylviculturales déterminées.

BIBLIOGRAFIA

- Allredge J.R., Ratti J.T., 1986 – *Comparison of some statistical techniques for analysis of resource selection*. Journal of Wildlife Management 50, 1: 157-165.
- Andersen R., Duncan P., Linnell J.D.C., 1998 – *The European Roe Deer: the biology of success*. Scandinavian University Press.
- Byers C.R., Steinhorst R.K., Krausman P.R., 1984 – *Calrification of a technique for analysis of utilization-availability data*. Journal of Wildlife Management 48, 3: 1050-1053.
- Casanova P., Capaccioli A., Cellini L., 1993 – *Appunti di zoologia venatoria e gestione della selvaggina*. Edizioni Polistampa, Firenze.
- Casanova P., Mattei Scarpaccini F., Schiff S., 1984 – *Fauna: le popolazioni di Ungulati*. In: "Degradazione della vegetazione nella tenuta di S. Rossore", Roma, Palazzo del Quirinale; Edizioni Quatrini, Viterbo, 59-68.
- Casanova P., Memoli A., Pini L., 2004 – *Influenza*

- dell'ambiente forestale su una popolazione di Capriolo. L'Italia Forestale e Montana* LIX: 361-374.
- Casanova P., Sorbetti Guerri F., 2003 – *La caccia in Toscana negli ultimi settant'anni*. Edizioni Polistampa, Firenze.
- Fenaroli L., 1985 – *Flora mediterranea*. Edizioni Giunti, Firenze.
- Kossak S., 1976 – *The complex character of the food preferences of Cervidae and phytocenosis structure*. *Acta Theriologica*, 21, 27: 359-373.
- Neu C.W., Bywers C.R., Peek J.M., 1974 – *A technique for analysis of utilization-availability data*. *Journal of Wildlife Management*, 38, 3: 541-545.
- Nobile F., 1981 – *Il Cinghiale*. Edizioni Olimpia, Firenze.
- Perco F., 1979 – *Il daino*. *Agricoltura Ambiente*, 26, 27: 16-21.
- Regione Toscana, 1998 – *Boschi e Macchie di Toscana* Vol. 2 "I tipi forestali". Firenze.
- Riviello G., 2006 – *Evoluzione della caccia al cinghiale in Toscana*. Edizioni Polistampa, Firenze.
- Siegel S., Castellan N.J., 1988 – *Statistica non parametrica*. Caracciolo Editore.

COMUNITÀ MICROBICHE SU LEGNO MORTO DI *ABIES ALBA* MILL. NELLA FORESTA DI VALLOMBROSA

(*) Dipartimento di Scienza del Suolo e Nutrizione della Pianta, Università degli Studi di Firenze

(**) Dipartimento di Scienze e Tecnologie Ambientali Forestali, Università degli Studi di Firenze

(***) Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze

Il presente lavoro è stato realizzato nella Riserva Naturale Statale Biogenetica di Vallombrosa con l'obiettivo di esaminare le comunità microbiche su legno morto di *Abies alba* Mill. in suolo forestale. A questo scopo è stato condotto un rilievo su un popolamento di abete finalizzato a quantificare il legno morto presente e a classificare il suo stato di decomposizione. In laboratorio è stata inoltre eseguita un'analisi molecolare di *fingerprinting* genetico delle comunità microbiche su campioni di legno, lettiera e suolo. Il volume totale di legno morto è risultato di 93 metri cubi a ettaro. Il 15% della massa osservata appartiene alle classi di degradazione più avanzate. L'analisi della composizione della comunità fungina ha evidenziato una diversità elevata nei *fingerprinting* del suolo e della lettiera, mentre nei profili della corteccia la diversità è risultata inferiore. La composizione della comunità eubatterica è risultata piuttosto omogenea fra i campioni esaminati, mentre lo studio degli Actinomiceti ha evidenziato una maggiore variabilità. In questo caso, i profili più ricchi sono risultati quelli della lettiera e del legno morto a diretto contatto con la lettiera.

Parole chiave: *Abies alba* Mill., legno morto, analisi molecolare, comunità microbiche.

Key words: *Abies alba* Mill., dead wood, molecular analysis, microbial communities.

Mots clés: *Abies alba* Mill., bois mort, analyse moléculaire, communauté microbienne.

1. INTRODUZIONE

Il legno morto è un'importante componente strutturale e funzionale degli ecosistemi forestali; esso fornisce riparo e fonte di sostentamento per numerose specie di organismi (Harmon *et al.*, 1986). Il legno morto favorisce la rinnovazione naturale della foresta (Ježek, 2004; Motta *et al.*, 2006) e contribuisce allo stoccaggio del carbonio (Harmon *et al.*, 2004; Morelli *et al.*, 2007), mentre la decomposizione dei tessuti legnosi operata da insetti, funghi e batteri consente il rilascio di sostanze utili al suolo (Means *et al.*, 1992; Laiho e Prescott, 1999). Considerata la sua rilevanza ecologica, il legno morto è uno degli indicatori scelti per valutare lo stato degli ecosistemi e la sostenibilità della gestione forestale (MCPFE, 2003; EEA, 2007).

In ambiente mediterraneo sono ancora poche le informazioni disponibili sul legno morto in foresta. In Italia, le esperienze condotte per approfondire tali conoscenze sono piuttosto recenti e sono rivolte, nella maggioranza dei casi, alla valutazione di diverse tecniche di rilievo (Travaglini *et al.*, 2006; Travaglini *et al.*, 2007) e alla quantificazione del volume di necromassa in foreste gestite e non, incluso la caratterizzazione dei livelli di decadimento del legno morto (La Fauci *et al.*, 2006; Marchetti e Lombardi, 2006; Barreca *et al.*, 2008; La Fauci e Mercurio, 2008; Lombardi *et al.*, 2008).

In questo lavoro si è voluto estendere le analisi agli aspetti connessi con la diversità delle comunità microbiche legate alla presenza di legno morto in bosco. L'area di studio scelta è la foresta di Vallombrosa che da decenni costituisce un luogo dedicato alla ricerca e alla sperimentazione nel settore delle scienze forestali. Questa foresta, oggi Riserva Naturale Statale Biogenetica, costituisce un ambito di lavoro preferenziale per ampliare le conoscenze sulla biodiversità dei boschi appenninici.

Obiettivo di questo studio è l'esame delle comunità microbiche su legno morto di *Abies alba* Mill. in suolo forestale. A questo scopo è stato selezionato un popolamento di abete bianco sul quale sono stati condotti rilievi volti a caratterizzare gli aspetti quantitativi e qualitativi del legno morto presente. In laboratorio è stata eseguita un'analisi molecolare per determinare la diversità fungina, batterica ed in particolare degli Actinomiceti su campioni di legno, lettiera e suolo.

2. MATERIALI E METODI

La Riserva Naturale Statale Biogenetica di Vallombrosa è situata nel Comune di Reggello, in Provincia di Firenze. Essa occupa una superficie di 1272,99 ha a quote comprese tra 470 e 1440 m s.l.m.

Le condizioni climatiche medie della foresta riferite al periodo 1980-2002 possono essere così sintetizzate: la temperatura media annua è di 9,7°C, con temperature medie mensili minime in febbraio (2,1°C) e massime in agosto (19,0°C); per quanto riguarda le precipitazioni si registrano valori medi annui di 1337,0 mm, con piogge medie mensili minime in luglio (51,1 mm) e massime in ottobre (175,4 mm). Il regime climatico è di tipo mediterraneo. Le precipitazioni nevose sono frequenti in inverno, ma la neve persiste a terra per periodi relativamente brevi.

La foresta di Vallombrosa è situata su rocce sedimentarie della formazione del Macigno del Chianti. I suoli includono differenti famiglie di *Umbrepts* e *Dystrochrepts* della classificazione USDA Soil Taxonomy (1990). Sono presenti soprattutto suoli bruni, anche se alcuni tratti della foresta presentano suoli con caratteri *podzolici*, probabilmente *spodosuoli* della classificazione USDA (Sanesi, 1994).

A Vallombrosa la vegetazione forestale è composta so-

prattutto da abetine (669,05 ha), faggete (197,38 ha), pinete di pino nero e laricio (149,21 ha) e boschi misti di latifoglie (119,90 ha). Inoltre, sono presenti soprassuoli di castagno (38,39 ha), douglasia (29,94 ha), abete rosso (5,21 ha) e pino silvestre (3,72 ha).

2.1 Rilievi

I rilievi del legno morto sono stati eseguiti nel 2005 nella UC 410 – UC: unità colturale, ex-particella forestale secondo il Piano di Gestione forestale 2006–2025 (Ciancio, 2007). L'UC è situata su una pendice moderata a una quota di 1163 m s.l.m. L'esposizione prevalente è sud sud ovest. All'interno di questa area sono presenti diverse tipologie di legno morto in differenti stadi di decomposizione.

L'UC 410 è caratterizzata da una fustaia artificiale di abete bianco che al momento dei rilievi aveva una età di 59 anni. Il faggio è presente allo stato sporadico. La copertura del soprassuolo è monoplana con profilo uniforme. La densità del popolamento non è omogenea. Nella parte centrale della UC si trovano abeti morti in piedi e vuoti dovuti a schianti che hanno determinato l'accumulo di legno a terra. Nella parte bassa si trova un gruppo di douglasia a densità eccessiva. Lo strato erbaceo all'interno della UC è scarso ed è composto da *Sanicula europaea* L., *Hieracium muro-rum* L., rovo e felce. È presente rinnovazione di abete e faggio in quantità modesta. Il soprassuolo in esame non è stato sottoposto ad interventi selvicolturali da alcuni decenni.

Nella parte centrale della UC è stata realizzata un'area di saggio configurata secondo lo schema adottato nell'ambito del progetto europeo ForestBIOTA (ForestBIOTA, 2004). L'area è costituita da un *plot* di forma quadrata di lato pari a 50 m. All'interno del *plot* è situato un *cluster* di 4 *subplots* circolari di raggio pari a 7 m. I quattro *subplots* sono posizionati in corrispondenza dei vertici di un quadrato di lato pari a 26 m, centrato in corrispondenza del centro geometrico del *plot* di 50 m di lato (Figura 1).

All'interno del *plot* è stato effettuato il censimento integrale degli alberi morti in piedi – compresi gli alberi spezzati o *snags* – e degli alberi morti a terra con diametro a 1,3 m dalla base del fusto uguale o superiore a 5 cm. Le ceppaie e altri pezzi di legno a terra – rami e porzioni di fusto a terra – sono stati rilevati all'interno dei 4 *subplots*. Per quanto riguarda le ceppaie, che sono state classificate tali se di altezza inferiore a 1,3 m, è stato considerato un diametro minimo di 10 cm misurato all'altezza del taglio o nel punto di rottura del fusto. I pezzi di legno a terra sono stati rilevati se di diametro uguale o superiore a 5 cm nella parte più grossa del pezzo.

Gli attributi misurati per la determinazione dei volumi delle diverse tipologie di legno morto sono: a) il diametro a 1,3 m dalla base del fusto e l'altezza degli alberi morti in piedi e a terra; b) la lunghezza e il diametro a metà lunghezza dei pezzi di legno a terra; c) il diametro all'altezza del taglio o nel punto di rottura del fusto e l'altezza delle ceppaie; d) nel caso di alberi spezzati di altezza superiore a 4 m, sono stati misurati il diametro a 1,3 m dalla base, l'altezza dell'albero spezzato e l'altezza totale di una pianta intera vicina, della stessa specie e di diametro simile alla pianta spezzata; nel caso di alberi stroncati di altezza uguale o inferiore a 4 m, sono stati misurati l'altezza e il diametro a metà altezza della pianta stroncata. Inoltre, per ogni

elemento di legno morto rilevato è stata identificata la specie di appartenenza ed è stato classificato lo stadio di decomposizione secondo cinque classi di decadimento proposte da Hunter (1990).

2.2 Stima del volume di legno morto

I singoli volumi degli alberi morti in piedi e a terra sono stati calcolati utilizzando le tavole di cubatura a doppia entrata del primo Inventario Forestale Nazionale (Castellani *et al.*, 1984). Nel caso di piante spezzate di altezza superiore a 4 m, il volume è stato stimato applicando un fattore di riduzione (stabilito sulla base della relazione tra diametro e altezza misurati su piante vicine della stessa specie) al volume intero letto sulla tavola. Il volume delle piante spezzate di altezza uguale o inferiore a 4 m e il volume delle ceppaie e dei pezzi di legno a terra è stato stimato assimilando questi elementi a dei cilindri.

Il volume in metri cubi degli alberi morti in piedi, delle piante spezzate e degli alberi morti a terra è stato sommato a livello del *plot* e trasformato in metri cubi a ettaro. Il volume in metri cubi delle ceppaie e dei pezzi di legno a terra, prima è stato sommato a livello di singolo *subplot* e trasformato in metri cubi a ettaro, poi, il volume in metri cubi a ettaro a livello del *plot* è stato calcolato come media dei volumi stimati a livello dei *subplots*.

2.3 Analisi delle comunità microbiche

I campioni di abete da utilizzare per le analisi molecolari sono stati prelevati da un pezzo di fusto a terra, di dimensione diametrica di circa 10 cm, scelto casualmente all'interno della UC 410. Su di esso sono stati estratti campioni di corteccia e di legno a diversi strati. I campioni di lettiera e di suolo sono stati raccolti a diverse profondità sotto il pezzo di legno prescelto (Figura 2). L'elenco completo dei campioni prelevati per le analisi di laboratorio è riportato in Tabella 1.

Le analisi di laboratorio sono state condotte privilegiando i metodi molecolari, che permettono lo studio dei campioni di legno, lettiera e suolo senza necessità di coltivazione dei microrganismi *in vitro*.

Il DNA totale è stato estratto mediante FastDNA® *kit for soil* per i campioni costituiti da terreno e Kit FastDNA® per i campioni provenienti da materiale vegetale e da elementi legnosi. I tessuti più resistenti (tessuti legnosi) hanno subito due ulteriori cicli di disaggregazione meccanica.

Le analisi qualitative e quantitative del DNA totale estratto sono state effettuate rispettivamente mediante elettroforesi su gel (1x Tris Acetate EDTA buffer; 1:10000 Et-Br; 0,8% w/v; 100 V 60 min) e mediante tecnica fluorimetrica (Hoefler™DyNA Quant™).

2.4 DGGE (Denaturing Gradient Gel Electrophoresis) sulla comunità fungina (18S rDNA)

Sul DNA totale estratto sono state effettuate analisi molecolari, volte a evidenziare modificazioni nelle comunità microbiche dominanti presenti nel legno, nelle lettiera e nel suolo. In particolare, sono state esaminate le comunità fungine, eubatteriche e degli Attinomiceti.

Per quanto riguarda la comunità fungina, lo *screening* è stato effettuato tramite DGGE su prodotti di *nested* PCR sul 18S rDNA. La prima coppia di *primers* è NS1f/NS8r, la seconda, *nested*, con la coppia EF4f/NS3-gc le cui con-

dizioni di reazione sono descritte in Renella *et al.* (2008). La prima amplificazione genera un prodotto di 1700 bp mentre la seconda un prodotto di circa 500 bp. Il DNA stampo per la prima amplificazione è pari a 40 ng; per la seconda si usano 2µl degli ampliconi precedenti.

La DGGE dei prodotti di *nested* PCR (150 ng), è stata eseguita su gel di poliacrilammide al 10% con un gradiente denaturante di 30-45% (Acrylamide/bisacrylamide 37.5:1, Biorad; 20x20 cm; 1mm; 7 M urea and 40% formamide – 100% denaturant) a 60°C, 85V per 17 ore utilizzando il DCode system Biorad (Renella *et al.*, 2008).

2.5 DGGE sulla comunità eubatterica (16S rDNA)

Nel caso della comunità eubatterica, la DGGE è stata eseguita sugli amplificati del 16S rRNA ottenuti con la coppia di *primers* gc-968f/UNI1401r nelle condizioni descritte in Renella *et al.* (2008). Gli ampliconi ottenuti, di circa 473 bp sono stati analizzati (100 ng) su gel di poliacrilammide al 6% (Acrylamide/bisacrylamide 37.5:1, Biorad; 20x20 cm; 1mm) a gradiente denaturante di 46-56% a 60°C, 70V per 16 ore su DCode system Biorad.

2.6 DGGE sulla comunità di Attinomiceti (16S rDNA)

L'analisi delle comunità di Attinomiceti è stata condotta mediante DGGE su prodotti di *half nested* PCR sul 16S rDNA. I *primer* 243f-1401r e f 968gc-1401 r sono stati utilizzati per generare un amplicone finale di 473 bp. Le condizioni di amplificazione sono quelle descritte da Heuer *et al.* (1997). La DGGE è stata effettuata con 100 ng di DNA su gel di poliacrilammide al 10% con un gradiente denaturante di 30-45% (Acrylamide/bisacrylamide 37.5:1, Biorad; 20x20 cm; 1mm) a 60°C, 85V per 17 ore su DCode system Biorad.

3. RISULTATI E DISCUSSIONI

La stima del volume totale di legno morto è di 93 metri cubi a ettaro. Esso è costituito per il 44% da pezzi di legno a terra – nella fattispecie, nella maggioranza dei casi riguarda porzioni di fusto a terra – per il 33% da alberi morti in piedi e per il 18% da alberi morti a terra. Gli alberi spezzati e le ceppaie rappresentano, rispettivamente, il 3% e il 2% del volume totale (Figura 3). La necromassa legnosa è composta per oltre il 90% da elementi di diametro superiore a 10 cm. Il 15% del volume appartiene alle classi di decomposizione più avanzate del sistema di classificazione di Hunter (classi 4 e 5).

Il legno morto rilevato nella UC 410 della foresta di Vallombrosa è stato prodotto dalle tempeste di vento che colpiscono con maggiore frequenza le zone della Riserva più vicine alla linea di crinale. La presenza di agenti fungini, in particolare *Armillaria* sp. e *Heterobasidion abietinum* Niemelä e Korhonen, riscontrati a Vallombrosa in numerosi soprassuoli di abete (Farina *et al.*, 1990), probabilmente ha contribuito a ridurre la stabilità del popolamento all'azione dei venti, determinando un accumulo di necromassa piuttosto elevato se confrontato con i risultati ottenuti in altri boschi di abete dell'Appennino centrale. A esempio, Lombardi *et al.* (2008) hanno riscontrato volumi medi di legno morto a ettaro di circa 16 metri cubi in soprassuoli di abete gestiti e di circa 36 metri cubi in soprassuoli non gestiti da alcuni decenni, anche se tali valori presentano una certa variabilità

soprattutto nel caso di abetine non gestite. Le analisi eseguite per determinare la diversità microbica di abete, lettiera e suolo sono state effettuate sul DNA totale estratto dai campioni. Per una migliore interpretazione delle DGGE, i profili sono stati riportati anche in modo schematico come proposto da Ceccherini *et al.* (2008).

3.1 Composizione della comunità fungina

Il *fingerprinting* risulta molto ricco di bande ed estremamente diversificato fra i vari campioni; in particolare si evidenzia una banda comune a tutti a circa metà del gel. La ricchezza di bande rileva una elevata diversità nelle popolazioni dominanti. Confrontando tra loro i diversi campioni, prima nell'ambito dello stesso materiale, poi tra materiali diversi, si osserva che i profili più ricchi sono quelli del suolo (campioni H e I) e della lettiera (campioni F e G). Infatti, essi mostrano delle bande caratteristiche di ciascun campione (Figura 4). Paragonando tra loro i diversi materiali, si osserva che l'abbondanza relativa delle popolazioni fungine decresce secondo la sequenza suolo-lettiera-corteccia-legno. Ciò dimostrerebbe la selettività del substrato. Del resto, sono poche le specie estremamente specializzate che possono vivere nel legno rispetto a quelle che proliferano nel suolo, una matrice ben più ricca di nutrienti (Florenzano, 1991).

3.2 Composizione della comunità eubatterica

I *fingerprinting* eubatterici mostrano un'alta similarità e un minor numero di bande rispetto alla comunità fungina (dati non mostrati).

3.3 Composizione degli Attinomiceti

Tutti i profili presentano bande che caratterizzano ciascun campione (Figura 5). I profili più ricchi sono quelli della lettiera (campione E) e della corteccia esterna (campione A); quest'ultima presenta una composizione diversa da quella della corteccia interna (campione B). Inoltre è interessante notare che la composizione degli Attinomiceti nel legno a contatto con la lettiera (campione E) e nella lettiera superficiale (campione F) sono molto simili con molte bande in comune. I profili della lettiera superficiale (campione F) e di quella profonda (campione G), invece, evidenziano delle differenze, infatti, quest'ultima ha una composizione più simile a quella del suolo superficiale (campione H) con il quale è a diretto contatto.

4. CONCLUSIONI

In questo lavoro è stato esaminato il legno morto in una fustaia di abete della Riserva Naturale Statale Biogenetica di Vallombrosa. Lo studio ha riguardato la stima del volume di legno morto, la caratterizzazione degli stadi di decomposizione della necromassa e l'analisi delle comunità microbiche dominanti su campioni di legno, lettiera e suolo.

Nelle condizioni esaminate, l'accumulo di necromassa è stato determinato dall'azione dei venti che hanno agito su un popolamento di origine artificiale la cui stabilità è stata condizionata dalla mancanza di cure colturali e da attacchi biotici. Il legno morto rilevato presenta stadi di decomposizione diversificati ma prevalgono elementi nelle prime fasi di degradazione.

Per quanto riguarda lo studio delle comunità microbiche,

l'analisi sul 18S rRNA mediante DGGE ha evidenziato una comunità fungina molto varia e tipica di ogni campione. La maggiore ricchezza di sequenze, e quindi, di generi e specie fungine, si rivela nel suolo e nella lettiera. L'abbondante presenza di sostanza organica in questi substrati (Nannipieri *et al.*, 2003) rende ragione di tale risultato. I campioni delle cortecce e del legno, invece, mostrano una minor diversità microbica negli stadi degradativi osservati, e ciò può essere dovuto, soprattutto per quanto ri-

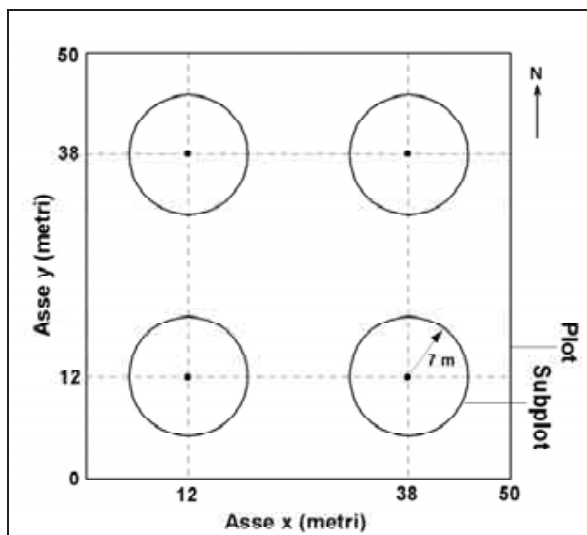


Figura 1. Schema di rilevamento del legno morto.
Figure 1. Dead wood survey scheme.
Figure 1. Système de relevé du bois mort.

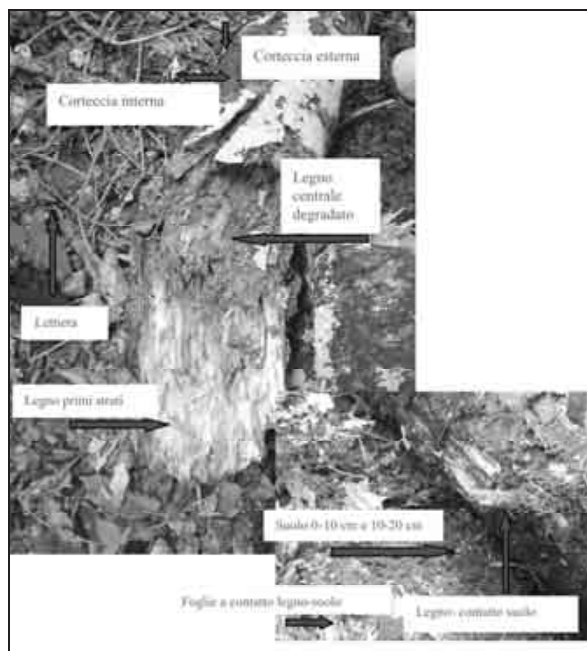


Figura 2. Campioni di legno, lettiera e suolo sottoposti all'analisi molecolare.
Figure 2. Samples of wood, litter and soil used for molecular analysis.
Figure 2. Échantillons de bois, litière et sol employés pour l'analyse moléculaire.

guarda il legno, alla crescita solo di microrganismi più specializzati.

L'analisi sulla comunità eubatterica ha mostrato una minore diversità rispetto a quella della comunità fungina. In particolare, nello studio degli Attinomiceti, i campioni mostrano una maggior diversità nel legno centrale e nella lettiera superficiale rispetto agli altri campioni, probabilmente a causa della qualità del substrato.

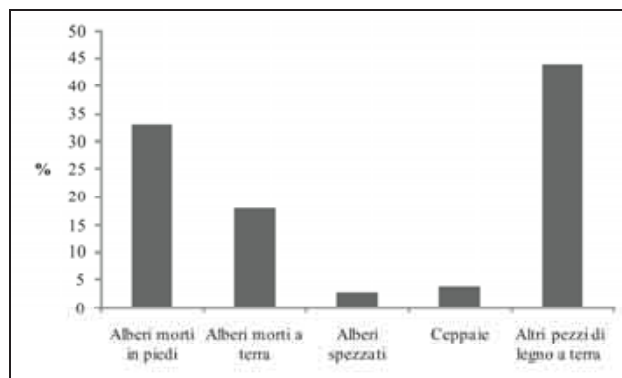


Figura 3. Ripartizione (in percentuale) del volume totale in tipologie di legno morto.
Figure 3. Partition of dead wood component types (in percentage of the total volume of dead wood).
Figure 3. Répartition (en pour-cent) du volume total en types de bois mort.

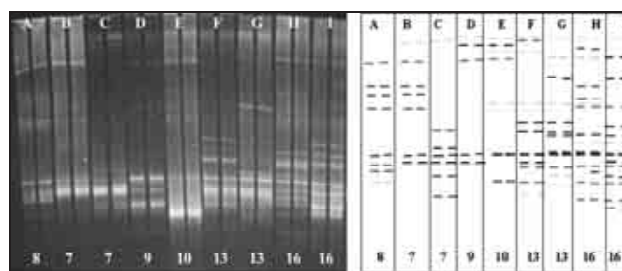


Figura 4. DGGE della comunità fungina. Il numero di bande è indicato sotto ciascun *fingerprinting*. A: corteccia esterna; B: corteccia interna; C: legno dei primi strati; D: legno centrale degradato; E: legno a contatto con la lettiera; F: primi strati della lettiera; G: secondo strato di lettiera vicino al suolo; H: orizzonte A; I: suolo.
Figure 4. DGGE of fungal community. The number of bands is shown under each fingerprinting. A: external bark; B: inner bark; C: first strata of wood; D: inner decayed wood; E: wood in contact with the litter; F: first strata of litter; G: first stratum of litter close to the soil; H: horizon A; I: soil.
Figure 4. DGGE de la communauté de champignons. Le nombre de bandes est indiqué sous chaque *fingerprinting*. A: écorce extérieure; B: écorce interne; C: bois des premières couches; D: bois central décomposé; E: bois au contact de la litière; F: premières couches de la litière; G: deuxième couche de la litière voisine du sol; H: horizon A; I: sol.

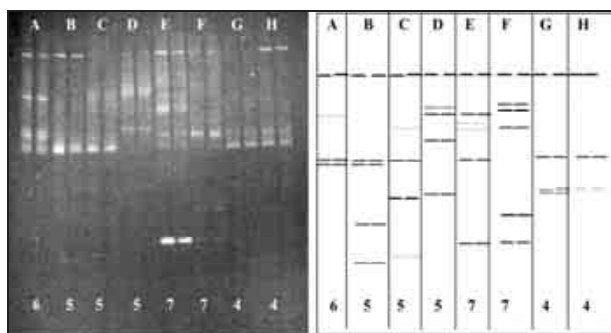


Figura 5. DGGE degli Actinomyceti. Il numero di bande è indicato sotto ciascun *fingerprinting*. A: corteccia esterna; B: corteccia interna; C: legno dei primi strati; D: legno centrale degradato; E: Legno a contatto con la lettiera; F: Primi strati della lettiera; G: secondo strato di lettiera vicino al suolo; H: orizzonte A.

Figure 5. DGGE of Actinomycetes. The number of bands is shown under each *fingerprinting*. A: external bark; B: inner bark; C: first strata of wood; D: inner decayed wood; E: wood in contact with the litter; F: first strata of litter; G: first stratum of litter close to the soil; H: horizon A.

Figure 5. DGGE des Actinomycètes. Le nombre de bandes est indiqué sous chaque *fingerprinting*. A: écorce extérieure; B: écorce interne; C: bois des premières couches; D: bois central décomposé; E: bois au contact de la litière; F: premières couches de la litière; G: deuxième couche de la litière voisine du sol; H: horizon A.

Campione	Descrizione
A	Corteccia esterna a contatto con l'aria
B	Corteccia interna
C	Legno dei primi strati sotto corteccia non degradato
D	Legno centrale degradato
E	Legno a contatto con la lettiera
F	Primi strati della lettiera
G	Secondo strato di lettiera vicina al suolo
H	Orizzonte A
I	Suolo

Tabella 1. Elenco dei campioni sottoposti all'analisi molecolare.

Table 1. List of the samples used for molecular analysis.

Tableau 1. Liste des échantillons employés pour l'analyse moléculaire.

SUMMARY

MICROBIAL COMMUNITIES ON DEAD WOOD OF *ABIES ALBA* MILL. IN THE FOREST OF VALLOMBROSA

This study was carried out in the National Nature Reserve of Vallombrosa in order to examine the microbial communities on dead wood of *Abies alba* Mill. To this aim the total volume of dead wood and the decay levels were surveyed in a silver fir stand. A molecular analysis of genetic *fingerprinting* of the microbial communities on samples of wood, litter and soil was carried out in laboratory. The total volume of dead wood was 93 cubic metres per hectare. High decay classes corresponded to the 15% of the total volume of dead wood. The analysis of the fungal community revealed a diversity in the *fingerprinting* of soil and litter samples higher than on bark samples. The eubacterial community as a whole, resulted quite homogeneous among examined samples. The study of Actinomycetes revealed a higher variability among observed samples, and, in the litter and the wood in contact to the litter, were the highest richness.

RÉSUMÉ

COMMUNAUTÉ MICROBIENNE SUR BOIS MORT D'*ABIES ALBA* MILL. EN FORÊT DE VALLOMBROSA

Cette activité a été réalisée au sein de la réserve naturelle de Vallombrosa avec l'objectif d'étudier les communautés microbiennes sur le bois mort d'*Abies alba* Mill. À cet effet un relevé a été effectué sur une futaie de sapin blanc pour estimer le volume de bois mort et en classifier l'état de décomposition. En laboratoire, une analyse moléculaire de *fingerprinting* génétique des communautés microbiennes sur des échantillons de bois, de litière et de sol a été exécutée. Le bois mort a représenté un volume total de 93 mètres cubes par hectare. Les classes de décomposition plus élevées correspondaient à 15% du volume total. Les analyses de la composition de la communauté de champignons a mis en évidence une diversité élevée dans les *fingerprinting* du sol et de la litière, alors que dans les profils de l'écorce la diversité s'est démontrée inférieure. La composition de la communauté des eubactéries était plutôt homogène au sein des échantillons examinés, alors que l'étude des Actinomycètes a mis en évidence une variabilité majeure. Dans ce cas, les profils les plus riches étaient ceux de la litière et du bois mort en contact avec la litière.

BIBLIOGRAFIA

- Barreca L., Cutini A., Mercurio R., 2008 – *Caratterizzazione della necromassa in boschi di farnetto* (*Quercus frainetto Ten.*) della Calabria. *Forest@*, 5: 187-194.
- Castellani C., Scrinzi G., Tabacchi G., Tosi V., 1984 – *Inventario Forestale Nazionale Italiano (I.F.N.I.). Tavole di cubatura a doppia entrata*. Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste. Direzione Generale per l'Economia Montana e per le Foreste. Istituto Sperimentale per l'Assestamento Forestale e per l'Alpicoltura (I.S.A.F.A.). Trento.
- Ceccherini M.T., Ascher J., Agnelli A., Certini G., Pietramellara G., Piovaneli C., Nannipieri P., 2008 – *Tree bark and soil ammonia oxidizers: a molecular study on a historical forest of central Italy*. *Fresenius Environmental Bulletin* 17, 882-889.
- Ciancio O., 2007 – *La Riserva Naturale Statale Biogenetica di Vallombrosa. Piano di Gestione e Silvomuseo: 2006-2025*. In corso di pubblicazione.
- EEA, 2007 – *Halting the loss of biodiversity by 2010: proposal for a first set of indicators to monitor progress in Europe*. EEA Technical report, 11. p. 182.
- Farina P., Capretti P., Mugnai L., 1990 – *Gruppi intersterili di Heterobasidion annosum: osservazioni nella Foresta di Vallombrosa*. *L'Italia Forestale e Montana*, 45 (5): 347-360.
- Florenzano G., 1991 – *Fondamenti di microbiologia del terreno*. IV ristampa. Reda, Roma.
- ForestBIOTA, 2004 – *ForestBIOTA (Forest Biodiversity Test-phase Assessments). Project Proposal under Regulation (EC) No 2152/2003 (Forest Focus) for the development of forest biodiversity monitoring (Art 6(2) monitoring test phase)*. Available: <http://www.forestbiota>.

- org/docs/ProjectProposal04.pdf via the INTERNET. Accessed 2008 September 10.
- Harmon M.E., Franklin J.F., Swanson F.J., Sollins P., Gregory S.V., Lattin J.D., Anderson N.H., Cline S.P., Aumen N.G., Sedell J.R., Lienkaemper G.W., Cromack K. jr, Cummins K.W., 1986 – *Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems*. *Advances in Ecological Research*, 15: 133-302.
- Harmon M.E., Bible K., Ryan M.G., Schaw D.C., Chen H., Klopatek J., Li X., 2004 – *Production, respiration and overall carbon balance in an old-growth Pseudotsuga-Tsuga forest ecosystem*. *Ecosystems*, 7: 498-572.
- Heuer H., Krsek M., Baker P., Smalla K., Wellington E.M., 1997 – *Analysis of actinomycete communities by specific amplification of genes encoding 16S rRNA and gel-electrophoretic separation in denaturing gradients*. *Applied and Environmental Microbiology*. *Am. Soc. Microbiol.*, Vol. 63, 8: 3233-3241.
- Hunter ML. 1990 – *Wildlife, forests, and forestry: principles of managing forests for biological diversity*. Englewood Cliffs, N.J., Prentice Hall. p. 370.
- Ježek K., 2004 – *Contribution of regeneration on dead wood to the spontaneous regeneration of a mountain forest*. *J. For. Sci.*, 50: 405-414.
- La Fauci A., Bagnato S., Gugliotta O.I., Mercurio R., 2006 – *Osservazioni preliminari sulla necromassa in popolamenti di pino laricio nel Parco Nazionale dell'Aspromonte*. *Forest@*, 3 (1): 54-62.
- La Fauci A., Mercurio R., 2008 – *Caratterizzazione della necromassa in cedui di castagno (Castanea sativa Mill.) nel Parco nazionale dell'Aspromonte*. *Forest@*, 5: 92-99.
- Laiho R., Prescott C.E., 1999 – *The contribution of coarse woody debris to carbon, nitrogen, and phosphorus cycles in three Rocky Mountain coniferous forests*. *Canadian Journal of Forest Research*, 29: 1592-1603.
- Lombardi F., Lasserre B., Tognetti R., Marchetti M., 2008 – *Deadwood in Relation to Stand Management and Forest Type in Central Apennines (Molise, Italy)*. *Ecosystems*. DOI: 10.1007/s10021-008-9167-7.
- Marchetti M., Lombardi F., 2006 – *Analisi qualitativa del legno morto in soprassuoli non gestiti: il caso di «Bosco Pennataro», Alto Molise*. *Italia Forestale e Montana*, 4: 275-302.
- MCPFE, 2003 – *State of Europe's Forests 2003 - The MCPFE Reports on Sustainable Forest Management in Europe*. Vienna, Austria 2003.
- Means J.E., MacMillan P.C., Cromack K. Jr., 1992 – *Biomass and nutrient content of Douglas-fir logs and other detrital pools in an old-growth forest, Oregon, USA*. *Canadian Journal of Forest Research*, 22: 1536-1546.
- Morelli S., Paletto A., Tosi V., 2007 – *Il legno morto dei boschi: indagine sulla densità basale del legno di alcune specie del Trentino*. *Forest@*, 4 (4): 395-406.
- Motta R., Berretti R., Lingua E., Piussi P., 2006 – *Coarse woody debris, forest structure and regeneration in the Valbona Forest Reserve, Paneveggio, Italian Alps*. *Forest Ecology and Management*, 235: 155-163.
- Nannipieri P., Ascher J., Ceccherini M.T., Landi L., Pietramellara G., Renella G., 2003 – *Microbial diversity and soil functions*. *European Journal of Soil Science*, Vol. 54, 4: 655-670.
- Renella G., Landi L., Ascher J., Ceccherini M.T., Pietramellara G., Mench M., Nannipieri P., 2008 – *Long-term effects of aided phytostabilization of trace elements on microbial biomass and activity, enzyme activities and composition of microbial community in the Jales contaminated mine spoils*. *Environmental Pollution*, 152: 702-712.
- Sanesi G., 1994 – *Indagine sui terreni della Foresta di Vallombrosa*. In: "Piano di gestione multiuso della Foresta Demaniale di Vallombrosa". Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste, Direzione generale per l'Economia montana e per le foreste, Università degli studi di Firenze, Facoltà di agraria. D.M. n. 26/752/89 del 21-12-1989.
- Travaglini D., Mason F., Lopresti M., Lombardi F., Marchetti M., Chirici G., Corona P., 2006 – *Aspects of biological diversity in the CONECOFOR plots. V. Deadwood surveying experiments in alpine and mediterranean forest ecosystems*. *Ann. Ist. Sper. Selv.* - Vol. 30, Suppl. 2: 71-86.
- Travaglini D., Bottalico F., Brundu P., Chirici G., Minari E., 2007 – *Sampling deadwood within Bosco della Fontana*. In: Gianelle D., Travaglini D., Mason F., Minari E., Chirici G. & Chemini C. (eds.), *Canopy analysis and dynamics of a flood-plain forest*. *Rapporti Scientifici*, 3. Centro Nazionale per lo studio e la conservazione della Biodiversità Forestale, Bosco della Fontana, Cierre Grafica Editore, Verona: 59-68.

ARMONIZZAZIONE DEGLI INVENTARI FORESTALI PER IL MONITORAGGIO DELLA BIODIVERSITÀ

(*) Dipartimento di Scienze e Tecnologie per l'Ambiente e il Territorio, Università degli Studi del Molise, Pesche, Isernia

(**) Dipartimento di Scienze dell'Ambiente Forestale e delle sue Risorse, Università degli Studi della Tuscia, Viterbo

Gli approcci selvicolturali orientati alla gestione sostenibile delle risorse forestali richiedono la disponibilità di informazioni di supporto qualitativamente e quantitativamente superiori rispetto a quelle richieste da un approccio più tradizionale finalizzato alla massimizzazione della produzione legnosa.

Negli ultimi anni la selvicoltura si è evoluta proponendo nuovi approcci orientati alla ottimizzazione delle funzionalità biologiche del sistema bosco. Parallelamente vari processi internazionali a livello Europeo (*Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe, Streamlining Biodiversity Indicators by 2010*) e globale (*Montreal Process, Protocollo di Kyoto*) richiedono la quantificazione di numerosi indicatori attraverso i quali valutare il livello di sostenibilità della gestione forestale e il valore ecologico degli ecosistemi forestali. L'ampliata domanda di informazioni su aspetti ecologici e ambientali delle foreste richiede un adattamento dei protocolli di rilevamento inventariale che ne costituiscono la principale fonte informativa.

Il presente contributo è basato sui primi risultati dell'azione COST E43 "*Harmonisation of National forest inventories in Europe: techniques for common reporting*" Working Group 3 che è impegnato nella valutazione della capacità di reporting armonizzato del livello di biodiversità degli ecosistemi forestali da parte degli inventari forestali nazionali. Dall'analisi dei metodi, delle definizioni e dei protocolli adottati da 27 Paesi è possibile dedurre l'attuale capacità degli inventari forestali per la derivazione di un gruppo di indicatori della biodiversità forestale organizzati in sette aree tematiche (*core variables*): tipologie forestali, legno morto, diversità compositiva e strutturale, età, naturalità, vegetazione non forestale, rinnovazione. Sulla base delle analisi realizzate nell'azione COST E43 viene qui presentato l'inquadramento metodologico delle procedure di armonizzazione e la loro possibile applicazione finalizzata alla derivazione di indicatori di biodiversità forestale.

Parole chiave: inventari forestali, armonizzazione, biodiversità, azione COST E43.

Key words: forest inventory, harmonisation, biodiversity, COST action E43.

1. INTRODUZIONE

La corretta impostazione delle più idonee scelte di gestione delle aree forestali richiede, a qualsiasi scala, una fase di monitoraggio finalizzata all'acquisizione di informazioni tematiche. Queste vengono utilizzate quale base informativa per l'elaborazione delle successive scelte decisionali (Corona e Marchetti, 2007).

In Italia le attività gestionali svolte nell'ambito dell'assestamento forestale e le informazioni desunte dagli inventari forestali non hanno, in genere, una relazione diretta. L'assestamento forestale in Italia è in genere basato su un'accurata e dettagliata conoscenza di un comprensorio forestale di dimensioni limitate (molto spesso in Italia non superiore a 1000 ha) acquisita dall'assestatore percorrendo tutto il soprassuolo e supportata da informazioni quantitative raccolte in aree di saggio che possono localizzarsi anche non in base a un formale disegno campionario su base statistica (Corona, 2000). L'inventario forestale è invece realizzato su vaste superfici sulla base di un rigoroso disegno campionario a supporto di scelte strategiche di programmazione forestale (Corona e Tabacchi, 2001). Di rado le statistiche desunte su base inventariale vengono utilizzate a supporto della gestione a livello assestamentale, almeno nella pratica forestale italiana, così come gli inventari forestali in genere non tengono in considerazione le informazioni rilevate a terra nell'ambito della realizzazione dei piani di assestamento.

Ciò nondimeno i due ambiti, assestamentali e inventariali, sono strettamente collegati da un punto di vista culturale. Gli inventari forestali si sono sviluppati in Europa, a partire dalla fine del XIX secolo, in modo tale da poter produrre per ampie superfici statistiche sufficientemente precise e a costi accettabili per quelle variabili forestali ritenute più utili per supportare le migliori scelte di pianificazione forestale. L'identificazione di tali variabili nasce nello stesso ambito culturale in cui si è sviluppato l'assestamento forestale tradizionale: quello delle scuole forestali tedesche. Quest'ultimo ha quale obiettivo la massimizzazione del reddito, che dovrebbe altresì essere annuo e costante. Gli inventari si sono quindi conseguentemente orientati a sviluppare metodi di stima di variabili utili all'assestamento tradizionale, le principali sono: la superficie forestale, la provvigione, gli incrementi.

Nel tempo l'assestamento forestale si è evoluto sviluppando nuovi approcci su base sostenibile, naturalistica e sistemica (Ciancio *et al.*, 2006) che hanno quale fine ultimo la massimizzazione delle funzionalità biologiche del bosco in un'ottica multifunzionale. Secondo questi approcci il bosco svolge una vasta gamma di funzionalità economiche e sociali, ricreative e protettive, ecologiche e biologiche. L'assestamento ha il compito di proporre soluzioni tecniche che, caso per caso, permettano di coniugare le diverse esigenze gestionali, massimizzando la funzionalità biologica del sistema bosco e risolvendo i contrasti derivanti dall'uso della stessa risorsa per scopi alternativi.

Gli inventari forestali, in Italia come nella gran parte degli altri Paesi, hanno seguito solo in parte un'analoga evoluzione. Ci si interroga se, e in quale misura, gli inventari forestali possano costituire la fonte informativa, armonizzata a livello internazionale, capace di soddisfare la crescente domanda di informazioni sulle componenti ecologico-ambientali delle foreste (McRoberts *et al.*, 2008).

La Commissione Europea sta attuando lo *Strategic Plan for the Conservation of Biological Diversity* della *Convention of Biological Diversity* (CBD) definendo per l'anno 2010 una scadenza per realizzare una significativa riduzione del tasso di diminuzione della biodiversità. Per realizzare questo ambizioso traguardo è stato avviato il processo pan-Europeo identificato come '*Streamlining European 2010 Biodiversity Indicators*' (SEBI2010) che, sotto il coordinamento della Agenzia Europea per l'Ambiente, prevede la partecipazione di numerosi organismi e istituzioni scientifiche tra cui lo *European Centre for Nature Conservation* e il *World Conservation Monitoring Centre* della UNEP (*United Nations Environment Programme*) (EEA, 2007).

Una serie di processi e accordi internazionali quali la *Ministerial Conference on Protection of the Forests in Europe* (MCPFE, 2003), il *Montréal Process* (McRoberts *et al.*, 2004), la CBD (Rosendal, 2000) e altri gruppi scientifici a livello europeo (Larsson, 2001; Larsson *et al.*, 2001) si sono impegnati nell'identificazione di liste di indicatori potenzialmente utili nel monitoraggio dei cambiamenti spaziali e temporali dei livelli di biodiversità degli ecosistemi forestali. Tali indicatori possono essere definiti come variabili qualitative o quantitative che possono essere operativamente acquisite sul territorio e che possano permettere l'identificazione di *trend* significativi nel tempo. Al termine della prima fase del processo SEBI2010 l'Agenzia Europea per l'Ambiente ha pubblicato una lista di 26 indicatori per il monitoraggio della biodiversità (EEA, 2007): due di questi sono specificamente riferiti alle foreste (*forest growing stock, increments and fellings* e *forest deadwood*) mentre un altro è riferito più in generale agli ambienti naturali e semi-naturali (*fragmentation of natural and semi-natural areas*).

Molto è stato fatto nel tentativo di definire i possibili criteri e indicatori di gestione forestale sostenibile o le metodologie possibili per il monitoraggio dei diversi livelli di diversità biologica in ambito forestale, ma l'identificazione di quali siano le fonti di dati e le più corrette metodologie per il rilevamento e la derivazione di tali indicatori è ancora oggetto di un acceso dibattito scientifico, soprattutto in ambito europeo.

Una delle ipotesi più vagliate è la possibilità di utilizzare i dati già raccolti dagli inventari forestali nazionali. Tali dati vengono però attualmente acquisiti sulla base di definizioni, disegni campionari, protocolli di rilevamento e procedure di calcolo diverse da nazione a nazione che impediscono la confrontabilità diretta delle stime fornite dai diversi Paesi.

Köhl *et al.* (2000) propongono due possibili approcci per rendere le stime inventariali fornite dai diversi paesi confrontabili fra di loro: la *standardizzazione* e l'*armonizzazione*. La *standardizzazione* è un processo dall'alto verso il basso che impone uno *standard* riconosciuto a livello internazionale ai diversi inventari nazionali che, una volta adottato e implementato nella fase di rilievo, permette la successiva comparazione dei risultati ottenuti. L'*armonizzazione* è invece un processo dal basso che vede i

singoli inventari impegnati a trovare soluzioni tecniche che permettano di trasformare i dati già acquisiti in riferimento a una definizione approvata internazionalmente (*reference*). Le procedure di armonizzazione sono chiamate *bridging functions* in quanto richiamano l'idea di permettere il passaggio dall'"isola" costituita dal singolo inventario forestale nazionale alla "terra ferma" costituita dalla comunità di inventari capace di riportare le proprie statistiche secondo un *reference* comune.

La *standardizzazione* è tecnicamente più semplice da realizzare ma presuppone un elevato livello di accordo politico tra i Paesi per la definizione degli standard e una nuova fase di rilevamento dei dati. L'adozione degli standard internazionali comporta a livello nazionale il rischio di perdere la confrontabilità delle serie temporali con gli inventari precedenti, a meno di predisporre apposite procedure di rilievo con doppia definizione: locale e internazionale (Tomppo, 2006). L'*armonizzazione* è invece un procedimento tecnico scientifico più complesso i cui effetti sulla qualità delle stime derivanti non è indifferente ed è spesso di difficile applicazione ma, d'altra parte, permette ai singoli inventari nazionali di lasciare inalterate le proprie definizioni e non presuppone una nuova fase di raccolta dati.

L'azione COST E43 *Harmonising National forest inventories: techniques for common reporting* ha svolto la propria attività nell'ambito di ENFIN (il network Europeo degli inventari forestali nazionali, www.enfin.net) nel periodo tra il 2004 e il 2008 analizzando le definizioni e i metodi di rilevamento delle diverse variabili inventariali adottate in 27 paesi Europei e negli USA nel tentativo di identificare possibili procedure di armonizzazione finalizzate ad assolvere alle richieste di reporting internazionale. In particolare il Working Group 3 (WG3) si è focalizzato sul possibile uso dei dati inventariali per il monitoraggio della biodiversità degli ecosistemi forestali.

Il presente contributo, dopo aver brevemente illustrato il metodo di lavoro e la base di dati acquisita nell'ambito del WG3 della COST action E43, presenta alcuni dei risultati ottenuti, discutendo le principali limitazioni incontrate nel processo di armonizzazione degli attuali inventari forestali nazionali per la derivazione di indicatori utili al monitoraggio della biodiversità forestale e proponendo alcuni possibili miglioramenti dei protocolli inventariali per semplificare in futuro la fase di armonizzazione internazionale.

2. ATTIVITÀ DEL WG3 DELL'AZIONE COST E43

Nei primi due anni di attività l'azione COST E43 si è concentrata nell'acquisizione delle definizioni e delle procedure utilizzate per il rilevamento delle diverse variabili negli inventari forestali nazionali. Sulla base di queste conoscenze e in considerazione della domanda di informazioni definita dai diversi processi internazionali richiamati nell'introduzione, il WG3 ha identificato sei macro-ambiti tematici definiti *core variable* caratterizzati da: *i)* valenza riconosciuta dalla comunità scientifica internazionale quali componenti rilevanti della biodiversità forestale; *ii)* possibilità di derivarne indicatori sulla base dei dati già rilevati nell'ambito della maggioranza degli inventari forestali nazionali.

Per ogni *core variable* sono stati identificati gli indicatori più utili per il monitoraggio delle diverse componenti della biodiversità forestale. Per ogni indicatore sono state quindi

individuare le variabili inventariali utili alla loro quantificazione e di queste sono state acquisite le definizioni, le procedure di rilievo e quelle di stima attualmente impiegate negli inventari forestali nazionali.

Per ogni indicatore sono state quindi ipotizzate le *reference* e le relative procedure di armonizzazione (*bridging functions*) per passare dalle definizioni nazionali a quelle di riferimento (Figura 1).

Le procedure di armonizzazione possono essere molto diverse tra di loro: da semplici riclassificazioni tra un sistema nomenclaturale ad un altro applicati a variabili discrete, a complessi modelli statistici per variabili continue. Nonostante queste diversità nell'ambito dell'azione COST E43 sono state individuate tre categorie di *bridging functions*:

– funzioni riduttive: quando l'informazione acquisita nell'ambito di un inventario nazionale contiene interamente l'informazione del *reference*, l'inventario nazionale acquisisce quindi una quantità di informazione maggiore rispetto a quella sufficiente per la stima del *reference*. Si pensi per esempio al caso dell'armonizzazione della stima del volume di legno morto per il quale il *reference* definisca un diametro minimo pari a 10 cm e un inventario nazionale acquisisca invece dati con un diametro minimo di 5 cm.

– funzione espansive: l'informazione che caratterizza un *reference* contiene quella acquisita nell'ambito di un inventario nazionale. È questo il caso più complesso perché l'informazione acquisita nell'inventario non è sufficiente, da sola, alla stima del *reference*. Per risolvere il problema possono essere utilizzate funzioni di espansione o si può ricorrere a variabili ausiliarie da porre in relazione con la variabile oggetto di stima. Ritornando all'esempio del legno morto il caso della creazione di una funzione espansiva si verifica quando il *reference* ha, per esempio, un diametro minimo di 5 cm e l'inventario acquisisca dati con un diametro minimo di 10. Evidentemente se si vuole arrivare al calcolo del volume di legno morto ad ettaro armonizzato sarà necessario stimare (o modellizzare) la componente di volume contenuta nei pezzi di legno morto aventi diametro minimo compreso tra 5 e 10 cm.

– funzioni neutre: la definizione nazionale utilizzata nell'inventario coincide con il *reference*. In questo caso possono essere necessarie alcune semplici operazioni di armonizzazione delle unità di misura o dei sistemi di nomenclatura ma le *bridging function* sono molto più semplici dei casi precedenti.

Da notare che questa semplificazione è più che altro un'astrazione utile a meglio comprendere il significato delle procedure di armonizzazione, che spesso però sono più complesse. Si pensi per esempio ad un *reference* per la definizione di bosco per il quale la superficie minima sia di 0,5 ha con un grado di copertura della chioma di almeno il 10% comparata con una definizione nazionale che utilizzi invece una superficie minima di 0,2 ha e un grado di copertura del 20%. La *bridging function* che dovrà essere sviluppata sarà contemporaneamente riduttiva (per la superficie minima) ed espansiva (per il grado di copertura).

Sebbene la definizione delle *bridging function*, dato un *reference* internazionale, sia ipotizzabile teoricamente tramite lo studio delle definizioni adottate dai diversi inventari nazionali, risulta utile valutare empiricamente l'impatto delle diverse possibili soluzioni tecniche di armonizzazione per la stima dei diversi possibili *reference*.

Per questo motivo nell'ambito dell'azione COST E43 è stato creato un database (COSTE43-WG3_NFI_DB) unificato che raccogliesse un set di dati grezzi inventariali di diversi paesi in modo da verificare l'impatto sulle stime delle *core variables* derivanti dall'adozione di *reference* diversi e dall'applicazione di *bridging functions* diverse. I Paesi che hanno aderito alla sperimentazione sono 14: Austria, Belgio, Danimarca, Finlandia, Germania, Irlanda, Italia, Norvegia, Portogallo, Repubblica Ceca, Spagna, Svezia, Svizzera, Stati Uniti d'America.

3. PRIMI RISULTATI DAL WG3 DELL'AZIONE COST E43

Le *core variable* selezionate nel gruppo di lavoro sono: tipologie forestali, legno morto, struttura e composizione, età, naturalità, vegetazione non-forestale, rinnovazione.

Tipologie forestali: non si tratta di un indicatore di biodiversità ma appare chiaro dalle precedenti attività di ricerca nel campo della biodiversità che una effettiva valutazione del significato ecologico di un qualsiasi indicatore richiede una stratificazione in funzione delle principali condizioni ecologiche ed ambientali delle formazioni forestali. Per esempio la stessa quantità di legno morto in una formazione boreale ha significati diversi rispetto alla stessa quantità in una formazione Mediterranea. Il *reference* proposto a livello Europeo è il sistema di nomenclatura delle *European Forest Types* sviluppate dall'Agenzia Europea per l'Ambiente (EEA, 2006) che propone un sistema di nomenclatura tipologico con due livelli: 14 categorie e 76 tipologie (Barbati *et al.*, 2007). Nell'ambito della sperimentazione realizzata con il database comune di dati inventariali le unità campionarie (plot) dei diversi inventari nazionali sono stati classificati a livello di categoria sulla base della conoscenza della posizione biogeografica del plot e grazie alla lista delle specie arboree desunta dai piedilista di cavallettamento. Sebbene alcune nazioni dell'area centro-europea e boreale abbiano evidenziato alcune difficoltà di classificazione, il sistema appare di semplice e funzionale applicazione. Il livello delle 14 categorie europee è identificato quale *reference* mentre le 76 tipologie sono utilizzate come (o di ausilio allo sviluppo delle) *bridging functions*.

Legno morto: il *reference* per il legno morto è stato lungamente discusso trasversalmente dai tre gruppi di lavoro dell'azione COST E43. La *reference*, ancora non definitiva, è basata su un diametro minimo di 10 cm e di una lunghezza minima di 1 m per gli elementi di legno morto a terra o in piedi e un diametro del fusto a petto d'uomo (DBH) minimo di 10 cm per alberi morti in piedi (*snags*) o interi a terra. Sono stati inoltre prodotti i *reference* per permettere la distinzione di ciò che sia effettivamente "morto", per le classi degli stadi di decomposizione e per la distinzione tra elementi "in piedi" e "a terra". Per tali *reference* sono state sviluppate e applicate *bridging function* con i dati nazionali raccolti nel COSTE43-WG3_NFI_DB: per Svizzera e Germania sono state necessarie funzioni espansive, per gli altri paesi più semplici funzioni neutre o riduttive.

Struttura e composizione: i dati desunti dai piedilista di cavallettamento permettono il calcolo di un grande numero di indicatori di diversità strutturale e compositiva, tra gli altri: la diversità dimensionale orizzontale (tramite, a esempio, la deviazione standard dei diametri degli alberi cavallettati) e verticale (e.g.: deviazione standard delle altezze), la diversità

compositiva degli individui arborei (indici di diversità quali Shannon, Evenness, Simpson, etc.). Il calcolo di questi indici sottende l'armonizzazione della definizione di "albero" che è stata affrontata dal WG1 dell'azione COST E43 (Vidal *et al.*, 2008).

Età: questa semplice variabile ha una grande importanza per la valutazione del livello di biodiversità potenziale degli ecosistemi forestali ma anche per meglio valutare l'effettivo significato ecologico degli altri indicatori (per esempio struttura e legno morto) e per delinearne il livello di vetustà (*old grow forests*). Sebbene sia relativamente semplice la definizione del *reference* per l'età di un singolo albero (anche se tale informazione è raramente disponibile per tutti gli alberi di un'unità campionaria di un inventario forestale nazionale) più complicata è l'identificazione di un *reference* per l'età del bosco. Nell'ambito dell'azione COST E43 è stato proposto un indicatore denominato "età dominante" calcolata in riferimento alla durata attesa di vita naturale potenziale di una determinata specie forestale in un determinato ambiente. Nella sperimentazione realizzata sul COSTE43-WG3_NFI_DB tale valore è stato desunto dai dati di bibliografia per le principali specie forestali e per le diverse categorie forestali europee (*sensu* EEA, 2006). Per la stima dell'età degli alberi per i quali non viene misurata è stato testato l'utilizzo di un modello alsometrico basato sul DBH.

Naturalità: il processo di armonizzazione in questo caso si è mosso in due diverse direzioni. I processi di reporting internazionale richiedono la valutazione del livello di naturalità delle formazioni forestali sulla base di semplici sistemi di classificazione del livello di emersione a tre: *undisturbed*, *semi-natural*, *plantation* (MCPFE, 2008; FAO, 2002) o a quattro classi: *primary*, *natural-modified*, *semi-natural*, *plantation* (FAO, 2006). In tal senso una semplice forma di armonizzazione è la classificazione delle unità campionarie inventariali in base a tali sistemi. Tale soluzione soffre della potenziale soggettività del giudizio dell'operatore e di una scarsa utilità operativa dei sistemi nomenclaturali adottati. Da un punto di vista del monitoraggio della biodiversità si ritiene infatti più utile una effettiva valutazione dello stato ecologico del bosco piuttosto che una valutazione basata sul livello di influenza delle attività umane (emersione) quale quella proposta da FAO e MCPFE (Angermeier, 2000). Per questi motivi la seconda linea di attività ha riguardato lo studio di un metodo di valutazione del livello di naturalità basato sulla combinazione di indicatori quantitativi di diversità compositiva e strutturale calcolati a partire da dati disponibili in tutti gli inventari forestali (DBH, altezza e specie). La formulazione di *reference* e *bridging functions* è in corso.

Vegetazione non-arborea: questa *core variable* include le informazioni riferibili alle diverse componenti della vegetazione non arborea. In particolare nell'azione COST E43 sono state prese in considerazione la componente arbustiva ed erbacea (piante vascolari) perché altre componenti (quali muschi e licheni) sono rilevati da un numero esiguo di inventari nazionali. Anche per le componenti erbacee ed arbustive i dati a disposizione sono in genere molto eterogenei per poter sviluppare qualche indicatore che vada oltre il grado di copertura percentuale delle unità campionarie. Il monitoraggio della componente erbacea e arbustiva nei diversi Paesi avviene infatti tramite misure di occorrenza, abbondanza, grado di copertura o di diversità specifica, quasi sempre sulla base di liste di specie pre-compilate e tipiche per

ogni Paese (o anche per ogni area ecologica all'interno dei singoli Paesi); inoltre, le misure vengono realizzate in periodi dell'anno diversi.

Per quanto riguarda la rinnovazione al momento le attività si sono limitate all'analisi delle definizioni e dei metodi inventariali adottati nei diversi paesi mentre lo studio di una *reference* e il conseguente sviluppo delle *bridging functions* è in corso.

4. CONSIDERAZIONI FINALI

Il processo di armonizzazione degli inventari forestali ha subito una rapida accelerazione grazie alle attività svolte nell'ambito dell'azione COST E43. In particolare i primi risultati desunti dalle attività del gruppo di lavoro sulla biodiversità forestale (WG3) permettono di ipotizzare la possibilità di una operativa implementazione di procedure di armonizzazione per la derivazione di indicatori di biodiversità stratificati sulla base di un sistema di tipologie forestali su base europea (EEA, 2006) per legno morto, diversità compositiva, strutturale orizzontale e verticale della componente arborea e per la valutazione del grado di naturalità.

I primi risultati dei test sul COSTE43-WG3_NFI_DB di applicazione di *bridging function* per il calcolo degli indicatori armonizzati di biodiversità permettono di individuare alcune semplici modifiche dei protocolli inventariali nazionali che potrebbero permettere una più semplice e funzionale armonizzazione, indipendentemente dal *reference* adottato. Ovvero privilegiando l'uso di *bridging function* neutre o riduttive a scapito di quelle espansive.

A) Dimensione delle aree campione: molte variabili rilevate in campo su cui si basano i *reference* del WG3 sono sensibili alla dimensione dell'unità campionaria. Si consideri che: *i*) l'adozione di una dimensione standard internazionale delle unità di campionamento degli inventari nazionali appare difficilmente ipotizzabile e che *ii*) la completa georeferenziazione di tutti gli elementi (quali alberi o elementi di legno morto in piedi o a terra) rilevati nell'unità di campionamento richiederebbe costi non compatibili con i normali standard previsti per la realizzazione degli inventari forestali nazionali. Una soluzione operativa ipotizzabile è la misurazione e registrazione della distanza dal centro delle unità di campionamento di tutti gli elementi rilevati. Questa operazione è molto speditiva grazie all'uso dei moderni misuratori di distanza ottici o a ultrasuoni e permette di armonizzare a posteriori i dati rilevati indipendentemente dalla *reference* adottata.

B) Dimensioni minime: nel cavallettamento degli alberi in piedi (vivi o morti) si consiglia l'adozione di una soglia minima pari a 0 cm che permetta la successiva armonizzazione a posteriori indipendentemente dalla *reference* adottata. Per le stesse ragioni nella misurazione di tutte le componenti del legno morto si consiglia l'adozione di una soglia dimensionale minima non superiore ai 10 cm per il diametro e a 1 m per la lunghezza. L'adozione del sistema LIS (*Line Intersect Sampling*) non impedisce la possibilità di armonizzazione.

C) Vegetazione non-arborea: per finalità di monitoraggio della biodiversità forestale appare evidente la necessità di inserire dei rilievi di natura botanica nei protocolli inventariali, almeno in un sottocampione delle unità di campionamento. Tali protocolli dovrebbero prevedere il rilievo formale della componente arbustiva ed erbacea. Si consiglia inol-

tre il rilievo dei licheni epifiti per il loro importante ruolo di bioindicatori, magari attraverso metodi speditivi (Stofer *et al.*, 2006). I rilievi della componente non arborea della vegetazione forestale dovrebbero essere programmati in determinati periodi fenologici in modo da permettere il confronto dei dati raccolti.

Le procedure di armonizzazione internazionale sono essenziali per poter valorizzare il contenuto informativo degli inventari forestali nazionali. In Finlandia è stato dimostrato che l'aumento della soglia di cavallettamento da 0 a 7,4 cm comporta una riduzione del 7% nella stima della provvigione legnosa nazionale e del 14% di quella degli incrementi, passando a una soglia di 10,4 cm la stima della provvigione si riduce del 14% e quella degli incrementi del 25% (Cienfiala *et al.*, 2008).

Analogamente i risultati finali dell'azione COST E43 con-

tribuiranno a meglio comprendere l'impatto dei processi di armonizzazione sul calcolo di indicatori della biodiversità forestale in funzione della scelta dei *reference* e delle relative *bridging functions*, contribuendo in tal modo a meglio orientare la scelta dei più idonei protocolli di rilevamento a terra di queste variabili.

RICONOSCIMENTI

Lavoro parzialmente svolto nell'ambito del programma di ricerca scientifica di rilevante interesse nazionale (PRIN2007) del Ministero dell'Università e della Ricerca dal titolo "Metodi innovativi per la identificazione, caratterizzazione e gestione dei boschi vetusti in ambito Mediterraneo" (Coordinatore nazionale: Prof. G. Chirici).

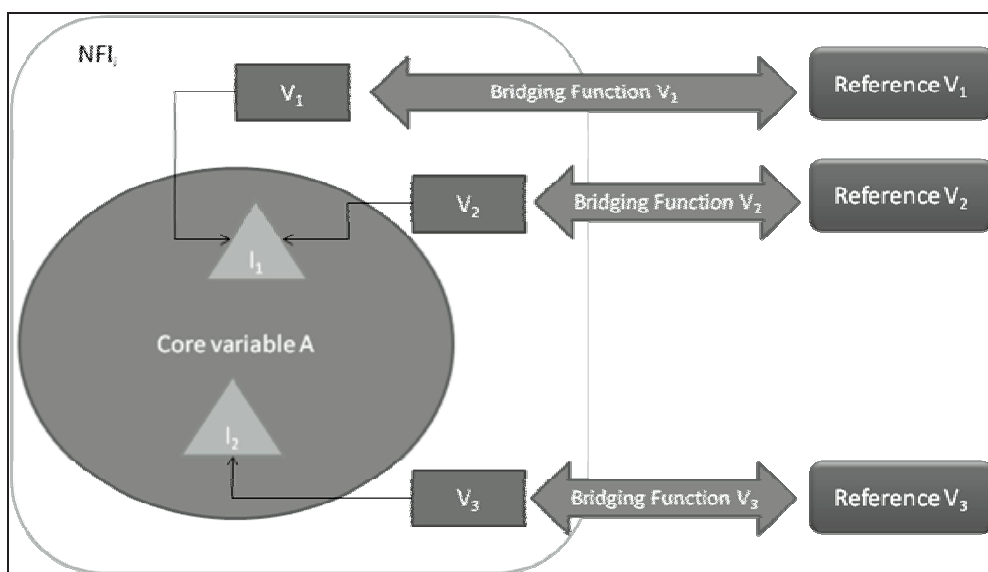


Figura 1: esemplificazione grafica del processo di armonizzazione degli inventari forestali nazionali nell'ambito delle attività del WG3 dell'azione COST E43. Nell'esempio una *core variable A* di un inventario nazionale NFI, può essere quantificata attraverso due indicatori I₁ e I₂. Per il calcolo dell'indicatore I₁ sono necessarie due variabili base di natura inventariale (V₁ e V₂), mentre per l'indicatore I₂ è necessaria una sola variabile V₃. L'armonizzazione della *core variable A* dell'inventario NFI (identificazione dei reference e delle bridging functions) è quindi necessaria per ognuna delle variabili interessate V₁, V₂ e V₃.

SUMMARY

HARMONISATION OF NATIONAL FOREST INVENTORIES FOR BIODIVERSITY MONITORING

Silvicultural methods oriented to a Sustainable Forest Management approach require the availability of larger and more detailed information on forests than that usually needed to support traditional productive approaches.

In the last years silviculture evolved proposing new methods oriented to maximize the biological functionality of forest ecosystems. At the same time several international processes at European (*Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe, Streamlining Biodiversity Indicators by 2010*) and global (*Montreal Process, Kyoto Protocol*) levels indicate that the evaluation of large set of harmonized and comparable

biological indicators is needed at international level. National forest inventories may be one of the main source of information to support such reporting obligations.

This note is developed in the framework of the activities of COST action E43 *Harmonization of National forest inventory in Europe: techniques for common reporting* Working Group 3 dealing on the evaluation of harmonized reporting capability of NFIs for forest biodiversity assessment. Such a capability was evaluated on the basis of two questionnaires answered by the NFIs of 27 Countries and dealing with methods, definitions and field protocols. Seven core variables resulted more relevant for forest biodiversity monitoring and for their practical feasibility within NFIs: forest types, deadwood, compositional and structural diversity, age, naturalness, ground vegetation, regeneration. On the basis of the analyses carried out in COST action E43, this note presents the methodological

framework of harmonisation techniques and their potential for biodiversity assessment with reference to seven core variables.

RÉSUMÉ

ARMONISATION DES INVENTAIRES FORESTIERS NATIONALES POUR LA DETECTION DE LA BIODIVERSITÉ

Les approches sylviculturelles orientées vers la gestion durable des ressources forestières requièrent la disponibilité d'informations de support qualitativement et quantitativement supérieures par rapport à celles requises par une approche plus traditionnelle finalisée à la maximisation de la production ligneuse.

Au cours des dernières années, la sylviculture a évolué proposant de nouvelles approches orientées à l'optimisation des fonctionnalités biologiques du système forestier. Parallèlement, plusieurs processus au niveau européen (*Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe, Streamlining Biodiversity Indicators by 2010*) et global (*Montreal Process, Protocole de Kyoto*) requièrent la quantification de nombreux indicateurs au travers desquels estimer le niveau de durabilité de la gestion forestière et la valeur écologique des écosystèmes forestiers. La demande accrue d'informations sur les aspects écologiques et environnementaux des forêts requiert une adaptation des protocoles de relevé d'inventaire qui en constituent la principale source d'information.

La présente contribution est basée sur les premiers résultats de l'action COST E43 "*Harmonisation of National forest inventories in Europe: techniques for common reporting*" Working Group 3 qui s'occupe de l'estimation de la capacité de compte-rendu harmonisé du niveau de biodiversité des écosystèmes forestiers de la part des inventaires forestiers nationaux. De l'analyse des méthodes, des définitions et des protocoles adoptés par les 27 pays, il est possible de déduire la capacité actuelle des inventaires forestiers pour la définition d'un groupe d'indicateurs de la biodiversité forestière organisés en sept axes thématiques (*core variables*): typologie forestière, bois mort, diversité de composition et structurelle, âge, naturalité, végétation non forestière, régénération. Sur la base des analyses réalisées au cours de l'action COST E43, sont présentés ici l'encadrement méthodologique des procédures d'harmonisation et leur application possible finalisée à la définition d'indicateurs de biodiversité forestière.

BIBLIOGRAFIA

- Angermeier, P.L., 2000 – *The natural imperative for biological conservation*. Conservation Biology 14 (2): 373-381.
- Barbati, A., Corona, P., Marchetti, M., 2007 – *A forest typology for monitoring sustainable forest management: The case of European Forest Types*. Plant Biosystems, 141: 93-103.
- Ciancio, O., Corona, P., Lamonaca, A., Portoghesi, L., Travaglini, D., 2006 – *Conversion of clearcut beech coppices into high forests with continuous cover: A case study in central Italy*. Forest Ecology and Management 224: 235-240.
- Cienciala, E., Tomppo, E., Snorrason, A., Broadmeadow, M., Colin, A., Dunger, K., Exnerova, Z., Lasserre, B., Petersson, H., Priwitzer, T., Sanchez, G., Ståhl, G., 2008 – *Preparing emission reporting from forests: use of National Forest Inventories in European countries*. Silva Fennica 42: 73-88.
- Corona P., 2000 – *Introduzione al rilevamento campionario delle risorse forestali*. CUSL, Firenze.
- Corona P., Tabacchi G., 2001 – *Inventariazione delle risorse forestali su ampi territori. Finalità, metodi e prospettive*. Monti e Boschi 6: 27-38.
- Corona P., Marchetti, M., 2007 – *Outlining multi-purpose forest inventories to assess the ecosystem approach in forestry*. Plant Biosystems 141: 243-251.
- EEA, 2007 – *Halting the loss of biodiversity by 2010: proposal for a first set of indicators to monitor progress in Europe*. Technical report, 11/2007. European Environmental Agency, pp. 182.
- EEA, 2006 – *European Forest Types – Categories and Types for Sustainable Forest Management Reporting and Policy*. Technical Report 9/2006. European Environmental Agency, pp. 111.
- Köhl, M., Traub, B., Päivinen, R., 2000 – *Harmonisation and Standardisation in Multi-National Environmental Statistics – Mission Impossible?* Environmental Monitoring and Assessment 63: 361-380.
- FAO - Food and Agriculture Organisation of the United Nations, 2002 – *Proceedings of the Expert meeting on Harmonization of Forest-related definitions for use by various stakeholders, 22-25 January 2002, Rome, Italy*. FAO, Rome. Available at www.fao.org (ultimo accesso, settembre 2008).
- FAO - Food and Agriculture Organisation of the United Nations, 2006 – *Global forest resources assessment, progress towards sustainable forest management*. FAO, Rome. FAO For. Pap. 147.
- McRoberts, R., 2008 – *Using satellite imagery and the k-nearest neighbors technique as a bridge between strategic and management forest inventories*. Earth Observations for Terrestrial Biodiversity and Ecosystems Special Issue 112: 2212-2221.
- McRoberts, R.E., Winter, S., Chirici, G., Hauk, E., Pelz, D.R., Moser, M.A., Hatfield, W.K., 2008 – *Large-scale spatial patterns of forest structural diversity*. Canadian Journal of Forest Research 38: 429-438.
- MCPFE – Ministerial Conference on Protection of Forests in Europe 2003 – *Improved Pan-European Indicators for Sustainable Forest Management as Adopted by the MCPFE Expert Level Meeting 7-8 October 2002*. Ministerial Conference on Protection of Forests in Europe Liaison Unit, Vienna, Austria.
- Rosendal G.K., 2000 – *The convention on biological diversity and developing countries*. Kluwer Academic Publisher.
- Stofer, S., Catalayud, V., Ferretti, M., Fischer, R., Giordani, P., Keller, C., Stapper, N., Scheidegger C., 2006 – *Epiphytic Lichen Monitoring within the EU/ICP Forests Biodiversity Test-Phase on Level II plots*. Workreport of the FORESTBIOTA project,

disponibile on-line: www.forestbiota.org, ultimo accesso 10/09/2008.

Tomppo, E. 2006 – *The Finnish National Forest Inventory*. In: Kangas, A. & Maltamo, M. (eds.). *Forest inventory. Methodology and applications. Managing Forest Ecosystems 10*. Springer, Dordrecht. p. 179-194.

Vidal, C., Lanz, A., Tomppo, E., Schadauer, K., Gschwantner, T., di Cosmo, L., Robert, N., 2008 –

Establishing forest inventory reference definitions for forest and growing stock: a study towards common reporting. *Silva Fennica* 42: 247-266.

Winter, S., Chirici, G., McRoberts, R.E., Hauk, E., Tomppo, E., 2008 – *Possibilities for harmonizing national forest inventory data for use in forest biodiversity assessments*. *Forestry* 81: 33-44.

UNA PRECISAZIONE SULLA QUERCIA ITALIANA (FARNETTO) IN ASPROMONTE

(*) Ufficio Territoriale per la Biodiversità del CFS di Reggio Calabria

La *classificazione di Schwarz* riportata in Flora Europea (1993) comprende le *querce europee* ed è stata adottata anche in Italia da G. Bernetti.

Secondo l'Autore il Farnetto che cresce in Aspromonte alle falde del Montalto è da inserire obbligatoriamente in tale classificazione e non come riportato - impropriamente secondo l'Autore - in pubblicazioni riguardanti il Parco Nazionale Aspromonte che attribuiscono altri vari nomi (*Quercus Virgiliana*, *Q.congesta*, *Q.dalechampii*, *Q.amplifolia*).

Il Farnetto (Italian Oak, Quercia Italiana) in Aspromonte ha un primato unico (forse mondiale e ricorda il Sequoia National Forest degli USA) oltre che per la presenza, per l'età e le dimensioni:

- È presente nell'area con esemplari che hanno raggiunto probabilmente l'età compresa fra 8 e 18 secoli (lo spessore degli anelli annuali di crescita è risultato - ad una misura semplice - fra 0,70 ed 1 mm.
- Il sito rappresenta, geograficamente, il limite meridionale dell'Europa e possiede un alto tasso di biodiversità per specifiche ed intrinseche caratteristiche (naturali-climatiche, strutturali-deficit di viabilità, orotopografiche, economiche e socio culturali, storia fondiaria della proprietà feudale divenuta Statale negli anni 50 e Parco Nazionale della Calabria nel 1968).
- Praticamente i querceti non sono stati mai utilizzati ma utilizzati solo col pascolo per le ghiande. Sull'area non è stato mai presente insediamento umano o manufatto abitativo. Dal 2000 l'Ufficio Biodiversità del CFS riproduce il seme dei Farnetti più vecchi.

La Calabria (1,5 mln ettari) è sicuramente ad alta valenza ambientale se 1/4 della superficie (350.000 ettari) è sotto la legislazione delle "Aree protette".

Il Farnetto (Quercia Italiana = Italian Oak) è una quercia che ha un areale essenzialmente sud europeo mediterraneo (Mar Nero, Turchia, Ungheria, paesi balcanici e Italia meridionale - dal sud della Toscana fino alla Calabria). È presente nel versante ionico della provincia di Reggio Calabria, in Aspromonte, in una area molto estesa fra i Comuni di S. Luca ed Africo, sotto Cima Montalto, fra le quote 900-1500, in prevalenza nelle esposizioni est, nel Vallone della Madonna, nei torrenti Butramo, Ferraina e Aposcipo, tra le fiumare Bonamico e La Verde. Il baricentro ricade in terreni di proprietà del Corpo Forestale dello Stato ed in una area sempre protetta (dal 1968 come Parco Nazionale Calabria, dal 1994 come PN Aspromonte). Trattasi quasi certamente di un "relict botanico" di eccezionale valenza considerato che nella Foresta Demaniale Alto Aspromonte del CFS si riscontrano esemplari con fusti che raggiungono dimensioni di oltre 10 metri di circonferenza e diametri di 2,5 metri ed età stimata fra 800 e 1.000 anni. Il Farnetto, tra l'altro, appartiene alle specie che occupano nicchie ecologiche particolari e che si trovano al limite del loro areale.

Il Farnetto (la definizione *Frainetto* deriva da un refuso tipografico in quanto *Michele Tenore* nel 1813 aveva chiamato questa specie *Q. farnetto*, in riferimento al nome comune di piccola farnia, e non "*frainetto*" come compose invece il tipografo) è un albero alto fino a 30-40 m, con portamento slanciato maestoso, che ricorda quello della *rovere*, con chioma ampia e densa. Le foglie ricordano quelle della *farnia*, ma sono di maggiori dimensioni, molto più profondamente lobate e muniti di peli fulvi sulla pagina inferiore. Le ghiande sono portate da peduncoli quasi nulli o molto corti, protette da una cupola con squame numerose, pubescenti e appressate, sporgenti dal margine della cupola. È specie mesofila, esigente in fertilità e scioltezza del suolo, è

piuttosto eliofila ma in gioventù sopporta l'ombra meglio della rovere e della farnia; è molto suscettibile alle gelate e ai venti freddi; le ghiande sono dolci - durante la guerra, tostate, fornivano surrogato di caffè - e molto appetite dagli animali. È pianta molto longeva, ha portamento slanciato e maestoso simile alla *Rovere* ma con chioma più densa ("*Conferta*" si riferisce proprio a questa caratteristica) regolare ampia. In dialetto si chiama "*carrigna*" perché col legno - molto resistente e duraturo - venivano costruiti i carri e le ruote.

CLASSIFICAZIONE BOTANICA

Il genere *Quercus* comprende, nel mondo, circa trecento specie. Per le *querce europee* particolarmente seguita è la *classificazione di Schwarz* riportata in Flora Europea (1993).

Secondo l'Autore il Farnetto appartiene all'ordine delle Fagales al quale appartengono specie arboree o arbustive, foglie semplici ed alterne, i cui fiori, unisessuali, hanno perianzio totalmente o completamente assente, ma sempre insignificante; il frutto è un achenio più o meno racchiuso in un involucrio. Questo ordine comprende 4 famiglie, tra cui quelle delle Fagaceae, caratterizzate dall'aver fiori non bratteati; frutti parzialmente o totalmente protetti da una cupola. Essa è rappresentata da 8 generi (tra cui *Quercus*) che vengono riuniti in 3 sottofamiglie; una è quella delle *Quercoidae* distinguibile dalle altre per avere i fiori maschili riuniti in amenti penduli e con ovario tricarpellare. Il Genere *Quercus* comprende 3 sottogeneri: *Quercus*, *Cerris* e *Sclerophylloids*.

Tra le numerose pubblicazioni riguardanti la vegetazione del Parco Nazionale Aspromonte appare assolutamente in-

giustificabile la disinvoltura e l'approssimazione con cui vengono attribuiti alle querce locali i più svariati nominativi (*Quercus virgiliana*, *Q. congesta*, *Q. dalechampii*, *Q. amplifolia*, ecc). Spesso trattasi addirittura di specie già descritte in atti riferiti alla flora siciliana e comunque tutti riferiti alla specie *Q. pubescens*.

Ciò in quanto, il territorio in cui ricade la specie possiede un tasso di biodiversità di rilevanza mondiale. È un'area che, per proprie di intrinseche di caratteristiche (naturali, climatiche, deficit di viabilità, barriere orotopografiche insormontabili, condizioni economiche e socio culturali, storia fondiaria della proprietà feudale), è ancora inviolata nella fascia vegetazionale primaria: praticamente i querceti non sono stati mai utilizzati dall'uomo per legna o carbone ma utilizzati solo per pascolo e raccolta delle ghiande. Sull'area non è stato mai presente insediamento umano o manufatto abitativo.

Il mancato rispetto della classificazione botanica *Quercus frainetto* per cui la specie non viene riconosciuta come tale ma con altre denominazioni, sia in latino che in volgare, riduce di fatto il profilo di eccellenza e di specificità del territorio e trascura l'aspetto rilevante della tutela della di conservazione di e Biodiversità. Tale atteggiamento appare ingiustificabile perché il Farnetto presente nell'area con esemplari che hanno raggiunto l'età di 8-10 secoli, attraverso la sinergia dell'Ente Parco potrebbe assurgere a simbolo dell'Aspromonte ed a modello di applicazione per studi e ricerca scientifica sia del Parco che dell'Università in piena era di globalizzazione e di conservazione e tutela della biodiversità. Ingiustificabile inoltre anche perché nonostante ci siano numerose ricerche botaniche condotte in Aspromonte nei secoli scorsi anche da delegazioni straniere (austriache e tedesche) le prime delle quali risalgono al 1877, si continui a generare equivoci trascurando il rigore scientifico obbligatorio nella ricerca. Perciò non è per polemica se invochiamo, dalle fonti accademiche e altre associazioni, per il Farnetto, maggiore rispetto, analisi più attente, disciplina più rigorosa e non l'opposizione di banalità con denominazioni personali che portano la specie fuori dalla classificazione - europea o nazionale - delle querce italiane.

Eppure la discussione - pur se trattasi di una quercia - oltre che lineare è molto semplice in quanto le querce italiane sono soltanto dieci ed appunto il Farnetto conosciuto universalmente come Quercia Italiana (=Italian Oak) - è quindi l'albero che in Aspromonte ha un primato unico (forse nel mondo) per presenza, età e dimensioni.

Se è vero pertanto che nel 1911 qualcuno affermò, a proposito delle "Querce Caducifoglie Italiane" "... mi è lecito affermare che il genere *Quercus* rappresenta la perfetta negazione del concetto di specie... si tratta di

un immenso caos..." (Borzi, 1911) è altrettanto vero che dal 1985 c'è l'Università Mediterranea di Reggio C. e dal 1994 il Parco Nazionale d'Aspromonte e che la ricerca scientifica moderna è notevolmente mutata. Se esistono i dubbi di cui trattasi nonostante la modernità ed i progressi dei mezzi e delle tecnologie esistono forse problemi di merito e di metodo. È vero che trattasi di specie ad areale molto ampio. È vero che la maggior parte delle querce presenta una spiccata variabilità fra gli individui, che viene ulteriormente complicata dalla interfertilità che stabilisce un flusso genico non solo fra le specie ma anche all'interno di sciami di ibridi da loro derivati e fra gli ibridi e le relative specie parentali; i meccanismi di introgressione vengono quindi ad ampliare la gamma delle variabili fenotipiche intraspecifiche. Se le revisioni tassonomiche più recenti tendenti a ridurre il numero delle specie e mettendo maggiormente in risalto i caratteri simili (attualmente siamo intorno a 300 - 350 specie) non hanno ancora consentito di introdurre in Aspromonte la sistematica delle querce europee c'è forse qualche responsabilità. E ci si interroga su chi - obbligatoriamente - deve fare qualcosa. Dal 2000 il Corpo Forestale dello Stato in Aspromonte- tramite l'Ufficio per la Biodiversità - ha avviato una azione che riproduce il Farnetto raccogliendo il materiale di riproduzione dagli esemplari più vecchi nella Foresta Demaniale Alto Aspromonte di proprietà dello Stato.

In conclusione si auspica un atteggiamento più attento da parte di tutti considerato che ormai, anche sul mondo del lavoro e della occupazione giovanile, un errore o una nozione inesatta riportati su testi divulgati da Enti e Organismi accreditati e che utilizzano fondi pubblici, possono generare danni incalcolabili in conseguenza della ormai diffusa abitudine a selezionare i lavoratori con quiz a domande e risposte.

Ed inoltre la tutela della biodiversità, soprattutto nelle aree protette, deve essere quasi un obbligo per tutti- considerato che le facoltà universitarie sono numerose e le Amministrazioni Locali intervengono frequentemente sul verde urbano- come il contributo alla tutela dell'ambiente, del paesaggio e del panorama.

Il territorio calabrese (1,5 mln ettari) è sicuramente ad alta valenza ambientale se 1/4 della superficie della Calabria (350.000 ettari) è sotto la legislazione delle "Aree protette" con 3 Parchi Nazionali e con 1 Parco Regionale).

Il Farnetto (*Quercus frainetto* Ten. = *Q. farnetto* Ten.)

eng. Italian oak	Sinonimi	Dialetto
fra. Farnett- Chêne de Hongrie	= <i>Q.conferta</i> Kit.;	<i>Cersa</i> ;
deu.Eichbaum	= <i>Q.hungarica</i> Hubeney;	<i>Carrigna</i> ;
esp.Encina	= <i>Q.rumelica</i> Griseb. et Schenk;	
	= <i>Q.spectabilis</i> Kit.; =	
	<i>Q.slavonica</i> Borb.	

SCHEMA TASSONOMICO DELLE QUERCE (*ITALIANE*)

Classe: Magnoliopsida
 Sottoclasse: Hamamelididea
 Ordine: Fagales
 Famiglia: Fagaceae
 Subfamiglia: Quercoideae
 Genere: Quercus

Subgenere	Quercus	Cerris	Sclerophyllodrys
	foglie decidue o semipersistenti; ghianda maturante nell'anno	foglie persistenti, semipersistenti o decidue; ghianda maturante di norma a 2 anni.	Foglie persistenti ed a lamina spessa; ghianda maturante in 1 o 2 anni
Specie	<i>Q. robur</i> (= <i>Q. pedunculata</i>) Farnia	<i>Quercus cerris</i> Cerro	<i>Quercus ilex</i> Leccio
	<i>Q. petraea</i> (= <i>Q. sessiliflora</i>) Rovere	<i>Quercus suber</i> Sughera	<i>Quercus coccifera</i> Quercia Spinosa
	<i>Q. frainetto</i> (= <i>Q. conferta</i>) Farnetto	<i>Q. aegilops</i> (= <i>Q. macrolepis</i>) Vallonea	
	<i>Quercus pubescens</i> Roverella	<i>Q. trojana</i> (= <i>Q. macedonica</i>) Fragno	





SUMMARY

A CLARIFICATION ON FARNETTO

The classification of Schwarz reported in European Flora (1993) includes the European oaks and was adopted in Italy by G. Bernetti.

According to the author Farnetto that grows at the foot of the Mount Montalto is required to be included in this classification and non- improperly reported as according the author in publications about the Aspromonte National Park ascribing various other names (*Quercus virgiliana*, *Q. congestive*, *Q. dalechampii*, *Q. amplifolia*)

The Farnetto (Italian Oak = Quercia Italiana) in Aspromonte has a single leadership (and perhaps in the world remind the Sequoia National Forest in the U.S.) as well as the presence, for the age and size: is this in the area with specimens of which have probably reached the age of between 8 and 18 centuries (the thickness of the rings of annual growth is a result -a simple measure - between 0.70 and 1 mm.

The site is, geographically, the southern limit of Europe and has a high rate of biodiversity for specific and typical characteristics (natural-climatic, structural-deficit of roads, orotopografic, economic, social and cultural, history of land ownership in feudal state became in 50's and Calabria National Park in 1968): virtually the oaks have never been used, but only used for grazing with acorns. On has never been a human settlement or manufactured housing.

Since 2000 's Biodiversity Office of CFS reproducing seeds of the oldest Farnetti.

Calabria (1.5 million hectares) is certainly high environmental value if 1/4 of the area (350,000 hectares) is under the legislation of "protected areas"

RÉSUMÉ

UNE PRECISATION SUR LE FARNETTO

Le classement de Schwarz signalé en Flore Européenne (1993) comprend les chênes européens et a été adoptée même en Italie par G. Bernetti.

Selon l'Auteur le Farnetto qui pousse en Aspromonte aux pieds de Montalto doit être inclus dans cette classification et pas comme -mal signalé selon l'auteur- en des autres publications concernant le Parc Nationale Aspromonte qui donnent des noms différents (*Quercus virgiliana*, *Q. congesta*, *Q. dalechampii*, *Q. amplifolia*)

Le Farnetto (Italian Oak = Chêne Italien) en Aspromonte a une particularité unique (et peut-être dans le monde entier et se refait au Sequoia National Forest aux Etats-Unis) ainsi que la présence, pour l'âge et la taille: c'est dans ce domaine que les plants ont probablement atteint l'âge de 8 et 18 siècles (de l'épaisseur des anneaux de croissance est le résultat à une mesure simple - entre 0,70 et 1 mm.

Le site est, géographiquement, la limite sud de l'Europe et a un taux élevé de la biodiversité et pour des spécifiques et des propres caractéristiques (naturelles et climatiques, structurelles, manque de routes, orotopographiques,

économiques, sociaux et culturels, l'histoire de la propriété des terres en état féodal est devenu dans les années 50 et Parc National de la Calabre en 1968): pratiquement les chênes n'ont jamais été utilisées, mais uniquement utilisées pour le pâturage avec des glands. Dans le domaine il n'y ont jamais été des établissements humains ou de construction d'habitations.

"Depuis l'an 2000, le Bureau pour la Biodiversité du CFS reproduit les semences des Farnetti les plus anciens.

La Calabre (1,5 millions d'hectares) est certainement d'une haute valeur environnementale, si 1/4 de la zone (350.000 hectares) est dans le cadre de la législation sur les "zones protégées".

BIBLIOGRAFIA

- Gellini R., P.Grossoni, 1997 - *Botanica Forestale*. CEDAM.
- Pavari A., 1941-42 - *Lezioni di Selvicoltura 1° Ecologia Forestale e Selvicoltura Generale*. Soc.An.Ed.Univ., Firenze.
- Corti R., Francini Corti E., 1966 - *Aspetti della vegetazione pugliese e contingente paleologico*. Ann.Acc.It.Sc.For.Vol XV.
- Brullo S., Scelsi F., Spampinato G., 2001 - *La vegetazione dell'Aspromonte. Studio fitosociologico*. Laruffa Editore.
- Spampinato G., 2002 - *Guida alla flora dell'Aspromonte*. Laruffa Editore.
- Picone Chiodo A., Spampinato G., 2003 - *I Grandi Alberi del Parco Nazionale d'Aspromonte*, Edimedia.

LA GESTIONE DELLE PINETE LITORANEE DI PINO DOMESTICO: IL CASO DEI «TOMBOLI DI CECINA»

(*) *Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze*

(**) *Dipartimento di Scienze e Tecnologie Ambientali Forestali, Università degli Studi di Firenze*

Il lavoro è stato svolto nella Riserva Naturale Statale Biogenetica «Tomboli di Cecina» con l'obiettivo di definire un approccio innovativo alla gestione delle pinete litoranee di pino domestico. Sulla base delle analisi condotte e sulla scorta di precedenti esperienze realizzate in altre pinete toscane, gli Autori propongono un modello di gestione diverso da quello classico. Il sistema culturale proposto si basa sui tagli modulari e presuppone la verifica degli effetti ottenuti con gli interventi realizzati, cioè si adotta il metodo scientifico di «prova ed eliminazione degli errori».

Parole chiave: *Pinus pinea* L., gestione forestale, trattamento selvicolturale, rinnovazione naturale.

Key words: *Pinus pinea* L., forest management, silvicultural system, natural regeneration.

Mots clés: *Pinus pinea* L., gestion forestière, traitement sylvicole, régénération naturelle.

1. INTRODUZIONE

In Italia le pinete di pino domestico sono state coltivate soprattutto per la produzione di pinoli e di legno. Per conseguire tali obiettivi la gestione forestale prevedeva la normalità delle classi cronologiche e il trattamento a taglio raso con rinnovazione artificiale.

Nel corso degli anni le pinete hanno assunto una rilevante importanza per l'espletamento di funzioni e servizi di interesse pubblico. Oggi questi soprassuoli sono percepiti come soggetto di cultura, di paesaggio e, talvolta, sono tutelati in aree protette. Tuttavia, la fustaia produttiva a struttura coetanea e rinnovazione artificiale resta ancora adesso il modello di riferimento gestionale.

Sulla possibilità di ottenere la rinnovazione naturale delle pinete di pino domestico, Pavari (1955) riporta l'esempio di pinete spontanee della Spagna e della Turchia e i dati risultanti dai primi saggi realizzati in Italia nelle pinete di Pin Grosso (Marina di Grosseto) e di Alberese. Pavari attribuisce a queste pinete una «costituzione disetanea», riscontrando in esse una distribuzione delle piante in classi di diametro di tipo esponenziale, sia pure con numerose irregolarità.

Barbeito *et al.* (2008), esaminando gli effetti della forma e della dimensione delle chiome sulle dinamiche di rinnovazione in due pinete di pino domestico della Spagna, una a struttura regolare, coetanea, e l'altra a struttura complessa e di età multiscalare, hanno osservato che il processo di rinnovazione si manifesta in gruppi aggregati in prossimità delle piante adulte e risulta favorito da una maggiore variabilità della conformazione delle chiome.

Ciancio *et al.* (1986), proseguendo gli studi avviati da Pavari ad Alberese, individuano varie tipologie strutturali distinte e differenziate su brevi spazi, che nell'insieme fanno assumere alla pineta di pino domestico una struttura composita, cioè «costituita da popolamenti coetanei estesi qualche ettaro, frammisti a popolamenti, più o meno ampi, a profilo bistratificato o pluristratificato, e a popolamenti coetanei radi con presenza di rinnovazione di varie classi cronologiche». Secondo questi Autori, ad Alberese le pinete a struttura pluristratificata presentano condizioni ottimali ai fini dell'ottenimento della rinnovazione naturale, purché

rade, con presenza di macchia non troppo densa e in stazioni con condizioni di umidità favorevoli.

In Italia, altri casi di rinnovazione di pino domestico sono stati osservati da Marchese (1997) in due fustaie monoplane adulte della pineta di San Rossore; Maetke e Travaglini (2005) segnalano la presenza di rinnovazione nella pineta di Cecina.

Tali esperienze indicano la capacità di rinnovazione del pino domestico ed evidenziano la possibilità di sperimentare sistemi di trattamento delle pinete alternativi al taglio a raso e rinnovazione artificiale.

In questa prospettiva, il presente lavoro è stato condotto nella Riserva Naturale Statale Biogenetica «Tomboli di Cecina» allo scopo di definire una forma di gestione delle pinete litoranee di pino domestico diversa da quella tradizionale. Un tipo di gestione innovativo che ha per obiettivo la conservazione delle pinete senza ricorrere a pratiche culturali a elevato impatto ambientale.

I principali aspetti analizzati sono: l'ambiente e la struttura della pineta «Tomboli di Cecina»; la rinnovazione di pino domestico. Sulla base dell'analisi condotte e sulla scorta di precedenti esperienze realizzate in altre pinete toscane, viene descritto un approccio gestionale che consente di operare al di là del modello selvicolturale classico.

2. MATERIALI E METODI

2.1 L'Ambiente

La Riserva «Tomboli di Cecina» occupa una superficie di 405,93 ha in Provincia di Livorno. La Riserva delimita una stretta fascia di territorio che si sviluppa lungo la linea di costa per complessivi 15 Km a nord e a sud della foce dell'omonimo fiume.

Il clima è caratterizzato da inverni miti – almeno sei mesi con temperatura superiore a 10°C – e estati calde e siccitose – temperatura del mese più caldo superiore a 23°C e piogge estive inferiori a 100 mm. Secondo la classificazione di Pavari l'area ricade nella zona del *Lauretum* sottozona media. I venti principali sono il maestrale e il libeccio.

I «Tomboli di Cecina» sono costituiti da cordoni sabbiosi che in prossimità dell'arenile raggiungono altezze fino a 6-7 m s.l.m.; verso l'interno la morfologia del terreno è

leggermente ondulata o pianeggiante (Pranzini, 1996; Brezzi *et al.*, 2006). La fertilità dei suoli è piuttosto limitata e la loro evoluzione è sfavorita dalla presenza di formazioni pure di conifere che originano quantitativi di lettiera scarsi e di bassa qualità (Baroni, 1973).

Secondo la classificazione della vegetazione forestale della Toscana in tipologie forestali di Mondino e Bernetti (1998), i tipi presenti nella Riserva «Tomboli di Cecina» sono: *Ginepro dunale a Juniperus macrocarpa e Juniperus phoenicia*; *Macchia media mesomediterranea*; *Pineta dunale mesomediterranea di pino domestico*; *Pineta dunale di pino domestico e leccio*; *Pineta planiziale mesoigrofila di pino domestico*; *Pineta costiera di pino marittimo*.

2.2 Struttura e rilievi dendrometrici

Lo studio della foresta dei «Tomboli di Cecina» è stato eseguito nel periodo 2005-2006 durante le fasi di redazione del Piano di gestione forestale 2007-2021 (Ciancio, 2007a).

La descrizione della struttura della pineta è stata effettuata sulla base di osservazioni a terra; l'età dei popolamenti è stata ricavata dai piani di assestamento storici e aggiornata al 2006.

I rilievi dendrometrici sono stati condotti in 43 aree di saggio di forma circolare di raggio 20 m; il raggio delle aree è stato aumentato a 30 m in presenza di pinete di pino domestico a densità scarsa. La posizione delle aree è stata determinata con GPS a precisione sub metrica. In ciascuna area è stato misurato, con riferimento alla classe diametrica minima di 5 cm, il diametro a 1,3 m da terra delle piante con cavalletto dendrometrico e un campione di altezze con ipsometro vertex.

2.3 Rinnovazione e microclima luminoso

I rilievi sulla rinnovazione sono stati effettuati nel Tombolo settentrionale, nella UC 104 (UC: unità colturale, ex-particella forestale secondo il Piano di gestione 2007-2021), e nel Tombolo meridionale nella UC 5.

Queste UC sono state scelte per la presenza di rinnovazione affermata di pino domestico in soprassuoli che vegetano in condizioni simili ma caratterizzati da differenti gradi di copertura e abbondanza di rinnovazione.

Nell'UC 104, che in passato ospitava un campeggio, il soprassuolo è composto da una pineta di pino domestico di 139 anni a copertura disforme e lacunosa; in questa UC vi è un piano di rinnovazione di pino distribuito a gruppi con presenza di macchia allo stato sporadico.

L'UC 5 è una pineta di pino domestico di circa 80 anni a copertura uniforme e quasi continua; qui è presente un piano dominato di leccio sviluppato fino a 4 m misto a specie arbustive della macchia, soprattutto fillirea, lentisco, alaterno, mirto e erica arborea allo stato sporadico.

Nella UC 104 i rilievi sono stati eseguiti su un'area di saggio di forma quadrangolare di 2380 m², di seguito denominata area A, al cui interno sono state individuate 2 sub aree, ciascuna di ampiezza 80 m², di seguito denominate area A1 e area A2. L'area A1 è stata posizionata in corrispondenza di novellame di pino di altezza inferiore a 2 m, l'area A2 su novellame di sviluppo superiore. Nell'UC 5 i rilievi sono stati eseguiti all'interno di una buca di ampiezza 850 m², di seguito denominata area B, situata al confine con l'UC 6 (Figura 1).

Nelle aree A1, A2 e B è stato effettuato il censimento della rinnovazione e di ogni piantina è stata misurata l'altezza e contato il numero dei palchi. Nelle aree A1 e A2 sono state campionate in modo casuale 15 piantine per effettuare l'analisi degli incrementi longitudinali su rotelle prelevate a tre altezze del fusto: alla base, a 1 m e a 2 m. Su 5 piantine dell'area B è stata prelevata una carota legnosa alla base con trivella di Pressler.

Inoltre, sulle aree in rinnovazione sono state esaminate le caratteristiche principali del microclima luminoso attraverso la valutazione dei valori di LAI (*Leaf Area Index*) e IR (Irradianza Relativa).

Per confronto le misure di LAI e IR sono state effettuate all'interno della UC 5 su un'area di forma circolare di raggio 20 m, di seguito denominata area C, posizionata in una zona dove il piano delle chiome dei pini esercita una copertura uniforme e quasi continua (Figura 1).

Il LAI è stato stimato elaborando con software *Gap Light Analyzer* foto emisferiche scattate in giornate con cielo uniformemente nuvoloso con macchina fotografica Nikon D50 con obiettivo *fish-eye* Nikkor 10,5 mm 1:2,8 G. Nell'area A le foto sono state eseguite in corrispondenza di punti scelti casualmente al di sopra del piano di rinnovazione; nelle aree B e C, i valori di LAI ottenuti sono riferiti alla zona centrale dell'area.

L'IR è stata calcolata come percentuale del rapporto tra la quantità di luce misurata simultaneamente sotto copertura e in piena luce con il *Sunscan Canopy Analysis System*; il dato ottenuto consiste in un valore di PAR (*Photosynthetic Active Radiation*) espresso in $\mu\text{mol}/\text{sec}\cdot\text{m}^2$. In tutte le aree i rilievi dell'IR sono stati condotti nei mesi estivi, nelle ore centrali del giorno (ore 12.00 solari) di giornate serene; nell'area A sono state effettuate misurazioni anche al mattino e al pomeriggio (ore 9.00 e ore 16.00 solari). Nell'area A i rilievi sono stati eseguiti distinguendo gli intervalli di altezza della rinnovazione (I_1 : da 0 a 1 m; I_2 : da 1 a 2 m); per ogni punto di rilievo sono state prese 4 misure secondo le 4 direzioni cardinali. Nelle aree B e C si è proceduto a un rilievo casuale all'interno delle aree.

2.4 Elaborazioni

I dati ottenuti dal rilievo dendrometrico sono stati elaborati per calcolare il numero di piante a ettaro, l'area basimetrica a ettaro e il volume a ettaro, quest'ultimo dato è stato ricavato utilizzando le tavole cormometriche a una sola entrata di Baroni (1973) e Patrone (1950); inoltre è stato calcolato il diametro medio (diametro della pianta di area basimetrica media) e l'altezza media (altezza della pianta di diametro medio) del pino domestico.

I dati rilevati nelle aree A1, A2 e B hanno permesso di calcolare la densità della rinnovazione, l'età e il tempo di accrescimento in altezza (T_a). La densità è stata determinata contando il numero di piantine, l'età attraverso il numero di anelli sulla rotella alla base e T_a , considerato come il numero di anni necessario per crescere di 1 m in altezza, è stato ricavato per differenza fra il numero di anelli di due rotelle successive.

Nelle aree A1 e A2 l'età della rinnovazione e il carattere T_{a1} (tempo di accrescimento relativo al primo metro di altezza) sono stati sottoposti a analisi della varianza (ANOVA) considerando come fonti di variazione le due aree; nell'area A2 è stato sottoposto a ANOVA il carattere T_a

considerando come fonti di variazione gli intervalli di altezza I_1 e I_2 .

I dati di IR rilevati a mezzogiorno sono stati sottoposti a ANOVA considerando come fonte di variazione le aree A, B e C; in caso di valore di F significativo è stato applicato il test di Duncan. Nell'area A sono stati messi a confronto i dati di IR giornalieri rilevati per gli intervalli di altezza I_1 e I_2 della rinnovazione.

3. ANALISI E CONSIDERAZIONI

Il paesaggio forestale della Riserva «Tomboli di Cecina» è caratterizzato da formazioni artificiali di pino domestico che occupano una superficie di 287,66 ha. La pineta è composta da popolamenti a struttura coetanea spesso di età superiore a 60 anni (Figura 2); nella maggioranza dei casi è presente un piano dominato di leccio e sughera allo stato sporadico misti a arbusti della macchia – alaterno, eriche, fillirea, lentisco, mirto.

Dai rilievi dendrometrici risulta che il numero di piante a ettaro della pineta è elevato rispetto alle densità previste (200 piante per ettaro a 60 anni e un turno di 80 anni) dal Piano di assestamento di Baroni (1973).

I soprassuoli risultano densi, con conseguente diminuzione di produzione di strobili rispetto a una pineta allevata e coltivata per la produzione di frutto. A causa dell'eccessiva densità le piante non presentano la forma tipica del *Pinus pinea* L.: sono filate, con chioma inserita in alto e portano rami secchi lungo il fusto.

Il numero di piante di pino a ettaro rilevate nei popolamenti di età superiore a 60 anni, varia da un minimo di 126 a un massimo di 589; il valore medio in questi soprassuoli è di 313 piante a ettaro. L'area basimetrica a ettaro oscilla tra 23 e 50 m², con un valore medio di 37 m² a ettaro. Il volume a ettaro varia da un minimo di 203 a un massimo di 375 m³, con un valore medio di 292 m³ a ettaro.

Dai rilievi effettuati nelle aree A1 e A2 la densità della rinnovazione di pino è risultata elevata, specialmente dove gli individui presentano altezze inferiori: circa 16 piante/m² in A1 e circa 3 piante/m² in A2. Nell'area B la densità della rinnovazione è risultata inferiore; qui sono state contate 8 piantine di pino che corrispondono a una densità di 0,01 piante/m². La diffusione dei gruppi di rinnovazione su quasi tutta la superficie della UC 104 è stata favorita dalla struttura orizzontale della pineta, che si presenta disforme e con frequenti lacune. In questa UC il numero di piante che compongono il soprassuolo principale è di 126 piante a ettaro; il diametro medio e l'altezza media dei pini sono, rispettivamente, 48,5 cm e 20,4 m. Valori analoghi di diametro medio e di altezza media sono stati rilevati sul soprassuolo principale della UC 5 che però è risultato più denso (215 piante a ettaro).

In A1 l'80% della rinnovazione presenta uno sviluppo in altezza inferiore a 1 m mentre in A2 la stessa percentuale di piante supera 2 m; nell'area B l'altezza della rinnovazione è superiore a 2,5 m.

L'età media dei campioni esaminati in A1 e A2 è risultata significativamente ($F_{g.l. 1;28}=26,21$; $p<0,01$) superiore in A2 (14 anni) rispetto a A1 (11 anni). Nell'area B l'età media della rinnovazione è di 17 anni (deviazione standard=1,9). È stata riscontrata una correlazione positiva e molto significativa tra età e numero di palchi ($r=0,87$;

$p<0,01$), tra età e altezza delle piante ($r=0,78$; $p<0,01$) e tra numero di palchi e altezza ($r=0,83$; $p<0,01$).

I ritmi di accrescimento longitudinale registrati in A1 e A2 sono risultati differenti: in particolare, T_{a1} è significativamente ($F_{g.l. 1;28}=42,32$; $p<0,01$) più alto in A1 (9 anni) rispetto a A2 (6 anni). In A2 le piante impiegano 3 anni per raggiungere il secondo metro di altezza, ovvero la metà del tempo necessario a raggiungere 1 m ($F_{g.l. 1;28}=20,71$; $p<0,01$).

Come atteso i valori di LAI sono risultati superiori all'interno del bosco (area C) mentre sono minimi al centro della buca (area B); l'area A presenta valori di LAI intermedi e una maggiore variabilità (Tabella 1).

In Tabella 2 sono riportati i valori medi di IR registrati nelle aree A, B e C e il relativo coefficiente di variazione (CV). L'area A presenta un CV superiore alle aree B e C. Dall'ANOVA sono emerse differenze significative tra le aree A, B e C; il test di Duncan evidenzia che i valori medi di IR registrati sotto copertura continua della pineta (area C, IR=9%) sono inferiori di quelli rilevati nelle altre aree (aree A e B, IR=39%), omogenee tra loro.

La stessa analisi condotta confrontando i valori di IR media giornaliera (IR_{mg}) tra le aree A1 (IR_{mg}=44%) e A2 (IR_{mg}=48%) non ha prodotto differenze significative.

4. UNA NUOVA FORMA DI GESTIONE DELLE PINETE LITORANEE DI PINO DOMESTICO

La conservazione della pineta «Tomboli di Cecina» è un obiettivo che la società richiede agli operatori incaricati di gestire la Riserva. L'approccio gestionale adottato fino a oggi risulta però difficilmente proponibile principalmente per due motivi:

1. i piani di gestione che si basano sulla teoria del bosco normale e ricorrono al sistema colturale tradizionale, nella maggioranza dei casi non sono rispettati, vista la tendenza a ritardare i tagli intercalari e il taglio di utilizzazione finale con conseguenze negative sulla stabilità dei soprassuoli, la produzione di frutto e la vitalità dei semi (Calama e Montero, 2007), oppure, non sono applicati, con spreco di energie e risorse;
2. il taglio raso, che in Toscana è consentito per legge solo in casi limitati, ha un elevato impatto sull'ambiente e sul paesaggio ed è causa di numerosi conflitti, tanto più se applicato all'interno di aree protette.

Sulla base di queste considerazioni e dei risultati ottenuti, si ritiene necessario adottare una nuova forma di gestione che mira alla conservazione della pineta attraverso l'applicazione di un sistema colturale a basso impatto ambientale, realizzato allo scopo di ottimizzare il fenomeno della rinnovazione naturale.

La forma colturale proposta è quella dei tagli modulari (Ciancio, 1991) che si basano sui principi fondativi della selvicoltura sistemica: *funzionalità biologica*, *perpetuità* e *uso* del bosco. I tagli modulari escludono il concetto di *normalità*, di *turno* e di *diametro di recidibilità*. Altro elemento innovativo e differenziale del trattamento a tagli modulari rispetto alle altre forme colturali è il criterio della *provvidione minimale* (Ciancio, 2007b).

Secondo questo criterio, un bosco con una provvidione inferiore a quella minimale non può considerarsi un sistema biologico complesso in equilibrio con l'ambiente. In

tale condizione i processi naturali subirebbero *stress* di varia natura e si comprometterebbe la funzionalità del sistema. La presenza costante e continua sul terreno di una provvigione minimale svolge principalmente tre funzioni:

1. mantiene un sufficiente grado di copertura del terreno con i conseguenti benefici effetti sulla conservazione e sul ripristino della funzionalità del sistema bosco;
2. predispone il soprassuolo alla fruttificazione e alla disseminazione per ottenere la rinnovazione naturale;
3. permette di utilizzare la parte di provvigione corrispondente al saggio di accrescimento naturale e, di conseguenza, consente l'uso del bosco anche ai fini della produzione legnosa.

Nel caso di soprassuoli composti da specie a temperamento eliofilo la provvigione minimale nel periodo di massima funzionalità biologica non deve essere inferiore a 100-150 m³ per ettaro.

L'applicazione dei tagli modulari alle pinete di pino domestico prevede la realizzazione di tagli che, in funzione dell'età e delle reazioni del popolamento ai singoli eventi, variano sulla base del monitoraggio dei processi evolutivi nel tempo e nello spazio allo scopo di ottenere la rinnovazione naturale.

Nelle pinete coetanee di età compresa tra 20 e 60 anni il sistema colturale prevede di eseguire tagli intercalari; nel corso delle operazioni di diradamento, qualunque sia l'intensità di intervento, le specie come il leccio, la sughera, l'olmo, l'orniello ecc., devono essere tutelate e favorite.

Nelle pinete di età uguale o superiore a 80 anni, invece, è necessario effettuare i tagli di rinnovazione, cioè «tagli a scelta a piccoli gruppi» (Ciancio *et al.*, 2004). Con questo termine si intende un intervento che ha lo scopo di interrompere la continuità strutturale del bosco e di creare i presupposti per l'insediamento e l'affermazione della rinnovazione naturale.

L'intervento prevede l'utilizzazione di piccoli gruppi di piante di notevoli dimensioni e, al tempo stesso, delle piante circvicine dominate, malformate o deperienti. In pratica, in relazione al numero e alle dimensioni delle piante eliminate, si creano una serie di piccole buche a macchia di leopardo, ciascuna di ampiezza compresa tra 100 e 200 m². Il numero di buche a ettaro che si vengono a formare varia da 10 a 20. Come riportato da Cappelli (1958), confermato dai rilievi effettuati, il diametro medio delle chiome di pino a Cecina è di circa 8 m, quindi con l'intervento si eliminano gruppi di 2-4 piante.

L'applicazione del «taglio a scelta a piccoli gruppi» ai popolamenti di pino domestico di età uguale o superiore a 80 anni prevede:

- a) l'individuazione di 1-2 piante di pino da rilasciare ai fini della disseminazione; tali piante saranno scelte tra quelle dotate di una adeguata quantità di pigne del terzo anno;
- b) l'eliminazione di 2-4 piante di pino intorno a quelle destinate alla disseminazione per favorire l'ampliamento delle chiome dei soggetti scelti e aumentare la fruttificazione;
- c) la potatura delle piante che restano per incrementare la produzione di frutto;
- d) il periodico controllo della macchia intorno alle piante che devono disseminare in modo da assicurare la protezione dei semenzali (Ciancio *et al.*, 1986);
- e) qualora fosse necessario, lo sfollamento della rinnovazione naturale.

Inoltre, è essenziale sospendere la raccolta delle pigne per un certo numero di anni dal taglio nelle aree poste in rinnovazione.

Nelle pinete di età intermedia, considerato che nella maggioranza dei casi i diradamenti non sono stati realizzati con continuità e i popolamenti si presentano eccessivamente densi, è necessario effettuare i tagli intercalari. I prelievi da realizzare nei singoli popolamenti non dovranno intaccare la provvigione minimale.

L'attività di monitoraggio è indispensabile per accertare la validità o meno delle operazioni colturali in relazione all'evoluzione, alla funzionalità e alla stabilità dei popolamenti secondo gli obiettivi prefissati. Si adotta cioè il metodo scientifico di «prova ed eliminazione degli errori».

5. CONCLUSIONI

La pineta «Tomboli di Cecina» presenta una struttura che si discosta da quella delle pinete a rinnovazione naturale descritte in letteratura (Pavari, 1955; Ciancio *et al.*, 1986; Barbeito *et al.*, 2008). Le condizioni ambientali sembrano comunque favorevoli al pino, come è indicato dalla rinnovazione riscontrata in alcune parti della Riserva. La densità della rinnovazione è risultata superiore laddove la copertura del soprassuolo è disforme e lacunosa; l'elevata variabilità del microclima luminoso crea condizioni favorevoli all'insediamento dei semenzali. Fenomeni di rinnovazione simili a quelli rilevati nella UC 104 non sono stati osservati in altre zone della Riserva «Tomboli di Cecina».

Un aspetto da non sottovalutare è la comparsa nel nostro Paese oramai da alcuni anni del *Leptoglossus occidentalis* Heidemann, il così detto cimicione, un insetto di origine nord americana che si nutre dell'endosperma del seme di pino e che può determinare perdite produttive anche del 50% e una riduzione della germinabilità fino all'80% (Salvadori, 2004).

L'approccio gestionale proposto in questo studio prevede l'applicazione del trattamento a tagli modulari e il criterio della provvigione minimale. I tagli a «tagli a scelta a piccoli gruppi» hanno lo scopo di interrompere la continuità strutturale della pineta e di creare i presupposti per l'insediamento e l'affermazione della rinnovazione naturale. In breve, la forma colturale a tagli modulari fa assumere al bosco una struttura mista e disetanea che, utilizzando la terminologia adottata da Patrone (1979), può definirsi di tipo atomistico.

Il controllo della macchia, la sospensione della raccolta delle pigne nelle aree poste in rinnovazione e la verifica degli effetti ottenuti con gli interventi realizzati sono azioni indispensabili per la conservazione delle pinete.

RINGRAZIAMENTI

Gli Autori ringraziano Roberta Bertini, Giuseppe Bonanno, Francesca Bottalico, Paola Brundu, Valentina Cappelli, Davide Melini, Ilaria Napoli, Franco Piemontese e Nicola Puletti per avere contribuito alla realizzazione dei rilievi in bosco. Grazie al Dr. Massimo Celati del Corpo Forestale dello Stato e al personale dell'Ufficio Territoriale per la Biodiversità di Cecina per avere agevolato il lavoro in bosco.

	A	B	C
Media	0,56	0,04	1,73
Errore standard	0,08	0,01	0,06
Minimo	0,16	0,01	1,53
Massimo	0,94	0,07	1,90

Tabella 1. Valori di LAI (media, errore standard, minimo e massimo) rilevati nelle aree A, B e C.

Table 1. LAI data (mean, standard error, minimum and maximum) measured within plots A, B and C.

Tableau 1. Valeurs de LAI (moyenne, erreur standard, minimum et maximum) remarqués dans les aires A, B et C.

Area di saggio	Media		CV
C	9%	a	21%
B	39%	b	32%
A	39%	b	75%

Tabella 2. Risultati dell'ANOVA e del test di Duncan suddivisi per aree di saggio per il carattere IR: valori medi e coefficiente di variazione (CV). Le medie con le lettere differenti sono significativamente differenti ($F_{g.l. 2;568}=182,433$; $p<0,01$).

Table 2. Results of ANOVA and Duncan's test in each plot for variable IR: mean values and coefficient of variation (CV). Means with different letters are significantly different ($F_{g.l. 2;568}=182,433$; $p<0,01$).

Tableau 2. Résultats de ANOVA et du test de Duncan subdivisés pour des aires de sage pour le caractère IR: valeurs moyennes et coefficient de variation (CV). Les moyennes avec les lettres différentes sont significativement différentes ($F_{g.l. 2;568}=182,433$; $p<0,01$).

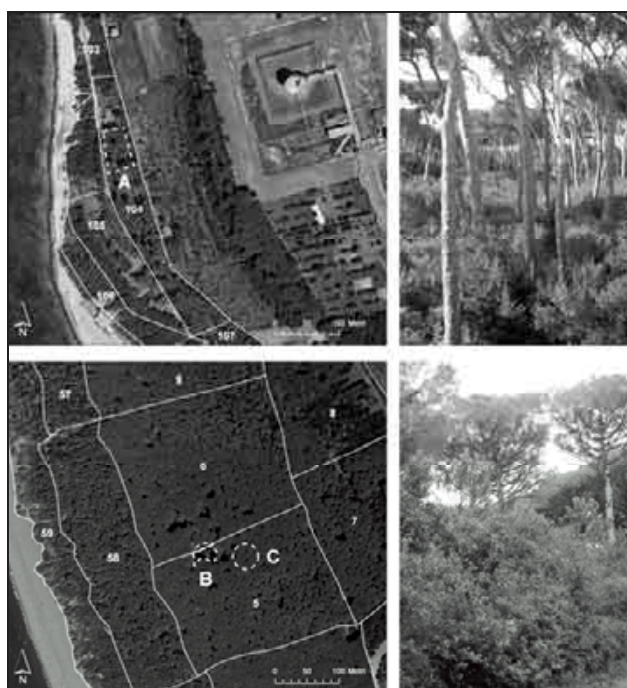


Figura 1. In alto: a sinistra, posizione dell'area A; a destra, particolare della rinnovazione di pino nella UC 104. In basso: a sinistra, posizione delle aree B e C; a destra, particolare della rinnovazione di pino al confine tra le UC 5 e 6.

Figure 1. Above: on the left side, location of plot A; on the right side, natural regeneration of stone pine within compartment 104. Below: on the left side, location of plots B and C; on the right side, natural regeneration of stone pine at the border between compartments 5 and 6.

Figure 1. En haut: à gauche, position de l'aire A; à droite, à détail des régénération de pin pignon dans UC 104. En bas: à gauche, position des aires B et C; à droite, détail des régénération de pin pignon à la frontière parmi UC 5 et 6.

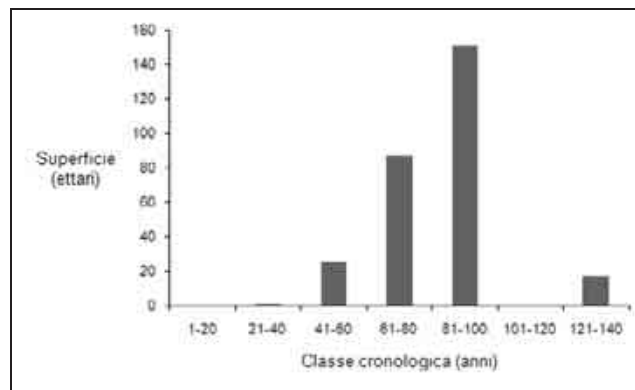


Figura 2. Distribuzione della superficie della pineta di pino domestico in classi cronologiche di 20 anni.

Figure 2. Partition of stone pine forest area in age classes 20 years wide.

Figure 2. Distribution de la surface de la pinède de pin pignon en classes chronologiques de 20 ans.

SUMMARY

MANAGEMENT OF COASTAL STONE PINE FORESTS: THE CASE OF «TOMBOLI DI CECINA»

This study was carried out within the National Nature Reserve «Tomboli di Cecina» in order to define a new forest management approach for coastal stone pine forests (*Pinus pinea* L.). On the bases of the analyses performed at Cecina and taking into account studies in other stone pine forests in Tuscany, the Authors present a forest management approach different to the classic ones. The silvicultural system is based on selection cuttings; it assumes adaptation of forest management to the reaction of forest.

RÉSUMÉ

LA GESTION DES PINÈDES LITTORALES DE PIN PIGNON: LE CAS DU «TOMBOLI DI CECINA»

Ce travail a été effectué dans la Réserve Naturelle «Tomboli de Cecina» avec l'objectif de définir une nouvelle forme de gestion des pinèdes littorales de pin pignon (*Pinus pinea* L.). Sur la base des analyses conduites et de précédentes expériences réalisées dans d'autres pinèdes de la Toscane, les Auteurs proposent une forme de gestion qui permet d'agir au-delà de modèle classique. Le système sylvicultural se base sur des coupes modulaires et présuppose la vérification périodique des effets des interventions réalisées, on adopte ainsi la méthode scientifique de «épreuve et élimination des erreurs».

BIBLIOGRAFIA

Barbeito I., Pardos M., Calama R., Cañellas I., 2008 – *Effect of stand structure on Stone pine (Pinus pinea L.) regeneration dynamics*. *Forestry*, 81: 617-629; doi:10.1093/forestry/cpn037.
Baroni A., 1973 – *Piano di assestamento della pineta demaniale dei Tomboli di Cecina per il decennio 1973-*

1982. Ministero Agricoltura e Foreste, Azienda di Stato per le Foreste Demaniali.

Bresci D., Carli S., Pranzini E., Rossi L., 2006 – *Studio geomorfologico delle dune costiere di Marina di Cecina (Toscana) con rilievi Lidar da aereo*. *Studi costieri* 11: 5-19.

Calama R., Montero G., 2007 – *Cone and seed production from stone pine (Pinus pinea L.) stands in Central Range (Spain)*. *European Journal of Forest Research*, 126: 23-35.

Cappelli M., 1958 – *Note preliminari sulla produzione individuale di strobili in Pinus pinea L.* *Italia Forestale e Montana*, 13 (5): 181-203.

Ciancio O., 1991 – *La gestione dei querceti di Macchia Grande di Manziana: la teoria del sistema modulare*. *Cellulosa e Carta*, 42 (1): 31-34.

Ciancio O., 2007a – *Piano di Gestione della Riserva Naturale Statale Biogenetica dei Tomboli di Cecina 2007-2021*.

Ciancio O., 2007b – *La Riserva Naturale Statale Biogenetica di Vallombrosa. Piano di Gestione e Silvomuseo: 2006-2025*. In corso di pubblicazione.

Ciancio O., Cutini A., Mercurio R., Veracini A., 1986 – *Sulla struttura della pineta di pino domestico di Albere*. *Annali dell'Istituto Sperimentale di Selvicoltura*. Vol. XVII: 171-236.

Ciancio O., Iovino F., Menguzzato G., Nicolaci A., Nocentini S., 2004 – *Il "taglio a scelta a piccoli gruppi" nelle pinete di laricio in Sila*. *Italia Forestale e Montana*, 59 (2): 81-98.

Maetzke F., Travaglini D., 2005 – *Le pinete di pino domestico della costa toscana: ipotesi di gestione sistemica per la conservazione della biodiversità*. *Italia Forestale e Montana*, 4: 541-558.

Marchese O., 1997 – *Linee di gestione per la pineta di pino domestico della tenuta di San Rossore: indagini sperimentali*. Tesi di laurea. Istituto di Assestamento e Tecnologia Forestale. Facoltà di Agraria. Università di Firenze.

Mondino G.P., Bernetti G., 1998 – *I tipi forestali*. In "Boschi e macchie di Toscana". Regione Toscana, Giunta Regionale. Edizioni regione Toscana. pp. 358.

- Patrone G., 1950 – *Rovere, Cerro, Leccio (Matricine) della foresta demaniale di Cecina*. Ricerche sperimentali di dendrometria e auxometria, 1, pp. 28, Firenze.
- Patrone G., 1979 – *Stravaganza terza, la fustaia da dirado: realtà o fantasma?* Annali Accademia Italiana di Scienze Forestali, Vol. 28: 267-306.
- Pavari A., 1955 – *Sul trattamento delle fustaie di pino domestico (Pinus pinea L.)*. Atti del Congresso Nazionale di Selvicoltura. Firenze, 14-18 marzo 1954. Volume I: Relazioni, pp. 69-97. Tipografia Coppini & C., Firenze.
- Pranzini E., 1996 – *Carta geomorfologica della fascia costiera del Comune di Cecina*. ARCA, Firenze.
- Salvadori C., 2004 – *Il cimicione americano delle conifere*. Terra Trentina, 19 (10): 31-33.

SELVICOLTURA ED AVIFAUNA SENSIBILE. IL CASO DEL PICCHIO NERO (*DRYOCOPUS MARTIUS*) NEL PARCO NAZIONALE DELLE DOLOMITI BELLUNESI

(*) Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali, Università degli Studi di Padova

(**) Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, Ozzano Emilia (BO)

(***) Regione Friuli Venezia Giulia, Ispettorato Foreste Pordenone

La tutela della biodiversità coinvolge oggi in prima persona anche i gestori delle foreste. Particolare interesse viene rivolto alla componente ornitica delle cenosi forestali: alcune specie di uccelli, infatti, possono rivelarsi particolarmente fragili di fronte alle alterazioni degli ecosistemi. Vengono qui indicate alcune possibili azioni da intraprendere in campo selvicolturale per la tutela di alcune specie ornitiche sensibili; queste vanno dalla programmazione temporale degli interventi colturali per limitare il disturbo fino al ripristino degli habitat idonei nell'ambito di una più ampia azione di rinaturalizzazione. Nello specifico, si riferisce poi di un'indagine condotta nel Parco Nazionale delle Dolomiti Bellunesi (BL) con il proposito di caratterizzare i parametri forestali delle aree scelte dal picchio nero per la nidificazione. Identificati alcuni siti di nidificazione all'interno del territorio prescelto, si sono rilevate le caratteristiche delle piante nido e dei fori, e i parametri dendrometrici delle aree immediatamente circostanti la pianta nido e del contorno di queste. I dati raccolti hanno messo in luce alcuni aspetti interessanti circa le scelte effettuate dal picchio, sia nei confronti della pianta nido sia delle condizioni del bosco circostante. In genere l'area prescelta si presenta come un'isola di bosco maturo rispetto alle aree limitrofe e la pianta scelta per il nido è quasi sempre un faggio. Dalle informazioni ottenute si traggono alcune indicazioni per orientare la gestione forestale nel rispetto delle esigenze di questa specie.

Parole chiave: selvicoltura, avifauna, picchio nero.

Key words: silviculture, birds, black woodpecker.

Mots clés: sylviculture, oiseaux, pic noir.

1. PREMESSA

Grande attenzione viene data negli anni recenti alla tutela della biodiversità. Perlomeno nei paesi del mondo in cui è stato raggiunto un livello sufficiente di benessere, si fa sempre più sentire la preoccupazione, ben diffusa anche nell'opinione pubblica, per la sopravvivenza di specie animali e vegetali, per la preservazione dei loro habitat e più in generale per la salvaguardia degli ecosistemi; la consapevolezza che la minaccia è spesso di origine antropica conferisce un'indubbia motivazione etica all'intento di trovare efficaci rimedi.

Con questo spirito nel 1979 viene emanata dall'Unione Europea la direttiva 79/409/CEE, comunemente conosciuta come Direttiva "Uccelli", allo scopo di designare "zone di protezione speciale" (ZPS) per specie ornitiche la cui sopravvivenza è considerata a rischio. A questa fa seguito nel 1992 la 92/43/CEE, o Direttiva "Habitat" che riprende la precedente ampliando il concetto di preservazione della biodiversità e si prefigge di costituire la nota rete europea di conservazione della Natura ("Natura 2000"), individuando una serie di siti di importanza naturalistica da mettere sotto particolare tutela (zone SIC). Non è un caso, però, che la prima direttiva sia stata dedicata in particolare alla difesa dell'avifauna; gli uccelli infatti, pur potendo contare sulla notevole risorsa di una facile mobilità grazie alla capacità di volo, comprendono specie particolarmente vulnerabili di fronte al degrado ambientale, perché legate ad habitat molto definiti, o perché caratterizzate da *home range* molto ampi, o perché di abitudini schive e quindi particolarmente sensibili al disturbo associato alla presenza antropica; a diverse specie

ornitiche, poi, va riconosciuta importanza naturalistica e particolare significato ecologico in quanto specie-ombrello per numerose altre entità faunistiche.

Questo scenario di propositi e di azioni non può ovviamente non coinvolgere il gestore della foresta. Le formazioni forestali sono infatti, tra gli ecosistemi terrestri, i più ricchi in termini di biodiversità: costituendo tappe avanzate nella successione ecologica, esse hanno infatti acquisito un livello notevole di complessità; l'accentuata stratificazione verticale dovuta alla presenza di produttori di notevoli dimensioni, quali sono gli alberi, offre spazio fisico ed ecologico per numerose entità vegetali ed animali, fornendo un'ampia diversificazione di nicchie ecologiche. Del resto, circa i due terzi dei siti designati come zone SIC in seguito alla direttiva Habitat comprendono ecosistemi forestali (Commissione europea, DG Ambiente, 2003).

2. SELVICOLTURA ED AVIFAUNA SENSIBILE

Anche per il selvicoltore diventa dunque oggi prioritario il rispetto dell'avifauna legata agli ambienti di foresta, perlomeno delle specie considerate sensibili, o la cui conservazione è comunque ritenuta a rischio, o che svolgano un ruolo determinante per l'intera biocenosi. In diversi Paesi, non solo europei, sono del resto in atto iniziative volte a tutelarne la conservazione. Una volta accertata la presenza in foresta di specie ornitiche di particolare interesse, le azioni che a tale scopo possono essere intraprese nell'ambito dell'esercizio della selvicoltura si possono ricondurre a due direttive fondamentali, che dovrebbero integrarsi:

- 1) la limitazione del disturbo;
- 2) il rispetto, la salvaguardia, il ripristino di habitat idonei.

Per quanto riguarda il primo obiettivo, speciale attenzione deve essere prestata ad evitare sovrapposizione di luoghi e di tempi tra attività colturali e fasi delicate del ciclo vitale degli animali: particolarmente critiche per la conservazione delle specie sono ovviamente le fasi riproduttive, dal periodo delle parate e degli accoppiamenti fino all'allevamento delle nidiate.

La regolamentazione delle utilizzazioni forestali nel rispetto della fauna sensibile trova oggi già qualche esempio anche in Italia, perlomeno nelle aree di Parco. Essa può andare dalla sospensione degli interventi nei periodi di maggiore vulnerabilità (per evitare, appunto, la sovrapposizione dei tempi) fino all'interdizione delle utilizzazioni nell'immediato intorno dei punti critici, come le arene di canto o i nidi (per evitare, in questo caso, la sovrapposizione di luoghi).

Non va poi trascurata la pericolosità di alcune infrastrutture utilizzate per l'esbosco, come funi e cavi sospesi, che possono in certi casi costituire un pericolo per il volo di tetraonidi e strigiformi e andrebbero perciò rimosse non appena terminata l'utilizzazione.

La disponibilità di habitat idonei è il secondo aspetto cui devono riferirsi i propositi di tutela, ed è il più importante se si considerano le potenzialità di manipolazione degli habitat insite negli interventi selvicolturali. Perché questa sia garantita, sono ovviamente necessarie adeguate conoscenze sulle condizioni ambientali richieste dalle specie da salvaguardare. Per quanto riguarda il gallo cedrone, ad esempio, uno studio finalizzato ad individuare scelte gestionali di tutela è stato recentemente effettuato in Trentino da Angeli e Pedrotti (2007a, 2007b). Una rassegna di studi ed esperienze effettuate in Europa sulle preferenze ambientali di questa specie e sulle possibili interferenze delle attività in bosco è stata inoltre curata da Brugnoli e Brugnoli (2006): specie simbolica e "carismatica", come è stata definita dagli stessi Autori, questa è stata in effetti finora sufficientemente considerata. L'intera famiglia dei Tetraonidi, del resto, è oggetto di particolare attenzione, giustificata anche dalla presenza di specie-ombrello con elevato significato ecologico. Già si sono sperimentate azioni orientate al ripristino ambientale a loro favore, intervenendo sulla vegetazione per garantire la disponibilità di arene di canto e di spazi idonei all'alimentazione di adulti e di pulli. Si tratta in genere di interventi eseguiti ad alta quota a carico di mughete, alnete di ontano verde o rododendreti per il fagiano di monte (Odasso *et al.*, 2002; De Franceschi e De Franceschi, 2004; Rotelli, 2004), o anche a quote inferiori con apertura della faggeta per il francolino (Bottazzo *et al.*, 2006). Dal punto di vista ecologico vanno interpretati come una forma di disturbo, imposta artificialmente a simulazione dei disturbi naturali, in situazioni in cui invece la dinamica spontanea sta attualmente portando alla chiusura della vegetazione legnosa di alta quota (anche in seguito al progressivo abbandono o comunque alla ridotta pressione del pascolo); oppure, come nella faggeta, in presenza di formazioni forestali caratterizzate da una spiccata monotonia strutturale.

Rimboschimenti in alta quota eseguiti per cespi, evitando impianti chiusi a sesto regolare, che simulano del resto le modalità naturali di rinnovazione presso il limite del bosco, meglio soddisfano anche le esigenze di habitat per la fauna

alpina. Anche nelle aree più tipicamente forestali, una selvicoltura "secondo natura", che tenda ad imitare le modalità di rinnovazione e di conseguenza le strutture delle foreste naturali, dovrebbe poter garantire una variabilità di ambienti tale da offrire idonea ospitalità all'avifauna indigena. Interventi anche frequenti nel tempo ma contenuti e localizzati nello spazio consentono una diversificazione degli ambienti evitando la monotonia delle formazioni su ampie superfici, favorendo l'arricchimento della composizione floristica e aumentando l'effetto margine. Ben si prestano a questi risultati interventi che vanno da un taglio saltuario condotto per gruppi più che per pedali, fino ad alcune applicazioni dei tagli successivi gradualmente, come i tagli successivi a gruppi, se gli interventi sono opportunamente distanziati sia nello spazio che nel tempo, così da creare strutture e tessiture articolate. Condizioni molto simili si ottengono con forme di trattamento ben compendiate dal concetto di *Femelschlag*, dove si aggiunge anche un altro importante requisito per la tutela della biodiversità in foresta, ovvero l'allungamento del periodo di permanenza di alcuni alberi.

L'allungamento dei turni, o meglio ancora l'abbandono del parametro turno per stabilire la permanenza in bosco degli alberi maturi, consente infatti la presenza di individui di notevoli dimensioni, fino a vetusti e cavi e anche morti in piedi: tutti requisiti importanti per dare congrua ospitalità a molte componenti dell'avifauna, fornendo posatoi adeguati per il cedrone, presenza di piante nido per i picchi e gli strigiformi, reperibilità di un importante substrato di alimentazione ancora per i picchi oltre che per altre componenti insettivore. Per motivi analoghi, l'allungamento dei tempi di permanenza delle matricine dei cedui, fino alla conversione a fustaia di porzioni di soprassuolo in complessi estesi governati a ceduo (così come, in altre condizioni, il ripristino di limitate superfici a ceduo nell'ambito di fustaie omogenee su vasta scala) possono tradursi in un arricchimento e in una diversificazione della componente ornitologica.

Anche la presenza di "vuoti", seppur temporanei, privi o scarsi di rinnovazione forestale, vissuta fino a tempi anche recenti come un fatto indesiderato, va piuttosto considerata una risorsa in termini di biodiversità: le radure erbacee possono costituire infatti spazi preziosi per l'alimentazione di molte specie, oltre che importanti aree di caccia per i rapaci. Vuoti, assieme a nuclei di novelleto, di spessina, di perticaia e di fustaia adulta fino a stramatura che si alternino nello spazio in corrette proporzioni, ottenuti attraverso interventi colturali anche intensi ma molto localizzati, come sopra accennato altro non fanno che simulare il *patchwork* che costituisce la struttura delle foreste primigenie temperate. La conservazione nel tempo della corretta alternanza nel territorio dei differenti spazi ecologici costituiti dai diversi stadi cronologici della foresta è a sua volta fondamentale compito dell'assestamento forestale, che anche per questo, ridefinendo i propri ruoli e allargandone la valenza ben oltre i tradizionali orizzonti dendro-auxometrici del passato, si conferma disciplina moderna e di indiscutibile importanza.

La molteplicità di ambienti a scala superiore, di paesaggio, altrettanto importante, dove però la diversificazione non dovrebbe attuarsi attraverso eccessive frammentazioni degli ecosistemi se si tratta di tutelare specie con *home-range* elevati, diventa invece responsabilità di una pianificazione forestale a livello gerarchico superiore, quale quello di Comprensorio o di Regione.

3. IL CASO OGGETTO DI STUDIO: LA NIDIFICAZIONE DEL PICCHIO NERO NEL PARCO NAZIONALE DELLE DOLOMITI BELLUNESI

3.1 *Presentazione e scopi della ricerca*

A questo quadro di intenti si vuole ricondurre anche la ricerca di cui si riferisce molto sinteticamente qui di seguito, avviata nell'ambito di un progetto intrapreso dall'Ente Parco Nazionale delle Dolomiti Bellunesi negli anni 2007 e 2008 per indagare la distribuzione dei picidi presenti all'interno dell'area protetta. Il Parco si estende complessivamente per 31500 ettari, prevalentemente nella bassa provincia di Belluno, alla destra orografica del Piave, con altitudini che vanno da 400 fino a 2565 m s.l.m., comprendendo paesaggi molto vari e formazioni forestali che vanno dai boschi submontani di latifoglie fino ai lariceti.

Scopo specifico del presente lavoro è stato quello di indagare i criteri di selezione dei siti riproduttivi da parte del picchio nero (*Dryocopus martius*) e di caratterizzare questi dal punto di vista selvicolturale, al fine di definire le misure gestionali e le scelte colturali idonee a favorirne la presenza.

Il picchio nero, specie notoriamente elusiva e di abitudini schive, è fortemente legato alla foresta, con una segnalata predilezione per le formazioni mature; caratteristica, questa, che gli conferisce la funzione di potenziale indicatore di naturalità. In maniera simile a quanto mostrato nel caso dei predatori al vertice della catena alimentare (astore e rapaci notturni forestali, Sergio *et al.*, 2005), anche i picchi rappresentano degli affidabili indicatori sia della ricchezza ornitica complessiva, sia di quella relativa a specie forestali, perlomeno a scala medio-ampia di paesaggio (Mikusinki *et al.*, 2001). Scavatore di tronchi molto efficiente grazie alla potenza del suo becco, riveste un importante ruolo ecologico perché i suoi nidi così allestiti offrono opportunità di insediamento ad un corteggio di altre specie utilizzatrici di cavità.

La sua presenza nel territorio nazionale è segnalata in ripresa da diversi Autori (Bricchetti e Fracasso, 2007): a partire dagli anni '80 si assiste infatti ad un aumento numerico delle coppie nidificanti e ad un'espansione delle aree colonizzate anche verso quote inferiori a quelle abituali, arrivando ad interessare anche aree prealpine e collinari. Sicuramente la parziale sospensione delle utilizzazioni forestali in alcune formazioni, ma soprattutto l'adozione di una selvicoltura più rispettosa ed attenta che ha portato, tra l'altro, ad un aumento dell'età media dei soprassuoli, unitamente alla recente consapevolezza dell'importanza del rilascio di legno morto in foresta, che consente reperibilità di alimento a questa specie insettivora e prevalentemente mirmecofila, hanno avuto un peso determinante nella ripresa numerica delle popolazioni.

3.2 *Metodologia seguita*

In corrispondenza di ciascuna delle piante usate per la nidificazione del picchio nero ("piante nido"), individuate tramite censimenti mirati svolti nelle porzioni SW e NE del Parco nella primavera del 2007, si è tracciata un'area di saggio circolare con raggio di 20 m ("area nido"); esternamente a questa sono state tracciate altre tre aree di saggio circolari di pari superficie, con il centro distante 200 m dalla pianta nido e distribuite secondo tre direttrici disposte a 120° tra loro ("aree satellite"). Oltre ad annotare per ognuna di queste le principali caratteristiche stazionali e di soprassuolo, e a

stimare la quantità di legno morto presente adottando una scala numerica di abbondanza, sulle piante nido e sulle piante presenti nelle aree - nido e satellite - si sono rilevati i parametri riportati in tab. 1. In ciascuna area sono state inoltre misurate le altezze delle 3-4 piante più alte.

I dati sono stati successivamente analizzati con test parametrici (ANOVA o t-test) o non parametrici (Welch's ANOVA, Wilcoxon test) a seconda della rispondenza delle varianze a test di omogeneità.

3.3 *Risultati ottenuti e brevi considerazioni*

Le piante nido considerate nel corso di questa ricerca sono state complessivamente 14; la loro localizzazione è indicata in fig. 1. Si situano ad altitudini comprese tra 670 m e 1325 m s.l.m., su pendenze molto variabili ed esposizioni prevalenti Est o Ovest. Nella maggior parte dei casi il tipo forestale è una faggeta - quasi sempre faggeta submontana o submontana con osteria - con l'eccezione di quattro località, due delle quali occupate da piceo-faggeto, una da abieteto e una da carpinetto con frassino.

Il confronto tra le caratteristiche dendrometriche delle aree nido e delle corrispondenti aree satellite (tab. 2) ha confermato la già segnalata predilezione del picchio nero per lembi di foresta matura nella scelta dei siti di nidificazione: diversi parametri infatti - diametro medio, distribuzione dei diametri (fig. 2), statura - tendenzialmente concordano nell'indicare un maggior grado di maturazione nell'area nido rispetto al bosco circostante. Vengono infatti scelti nuclei di foresta con piante di diametro maggiore e densità inferiori rispetto al contorno, come già riscontrato anche da Pirovano *et al.* (2003) nelle Orobie Valtellinesi, e con altezze di inserzione della chioma più elevate; questo evidentemente rende più facile il volo, oltre a garantire la presenza di alberi idonei per la costruzione del nido. Le differenze, in certi casi anche notevoli, riscontrate tra le aree nido e i loro dintorni e anche tra le stesse aree satellite segnalano la disomogeneità strutturale e di composizione di questi boschi. Quasi tutti i siti scelti dal picchio hanno una composizione a prevalenza di faggio, a confermare quanto già osservato in contesti ambientali diversi (Luise, 1990; Bocca *et al.*, 2007) circa la preferenza dimostrata dalla specie verso le formazioni con faggio per la riproduzione, mentre i popolamenti di conifere verrebbero frequentati prevalentemente per l'alimentazione; a riprova del fatto che il sito di riproduzione non corrisponde a quelli di alimentazione, non si è riscontrata nelle aree nido una presenza significativa di seconi né in generale una quantità più elevata di legno morto rispetto ai dintorni.

Quanto ai parametri rilevati sulle piante nido, questi sono riportati in tab. 3. A conferma di quanto sopra, in 12 casi su 14 la pianta scelta per la nidificazione, sempre in ottimo stato vegetativo, è stata un faggio, un abete bianco nei rimanenti due casi. I motivi possono essere diversi: le caratteristiche della corteccia (la corteccia liscia del faggio rende più difficoltosa la risalita del tronco da parte di mammiferi predatori), l'assenza di resina (che ostacolerebbe al picchio le operazioni di scavo imbracciando il becco), la scarsa propensione del legno di questa specie a fratturarsi in fase di scavo. Altro requisito importante della pianta nido riguarda le dimensioni, che debbono essere tali da garantire lo scavo di un nido di diametro di almeno 18-25 cm ad una certa altezza del tronco (Cuisin, 1988). Le piante

scelte dal picchio sono infatti tra quelle di maggiori dimensioni presenti sull'area, in molti casi proprio quelle con il diametro più elevato. L'altezza media a cui si posiziona il nido sul tronco è di 7,5 m, nella maggioranza dei casi nel terzo superiore della porzione di tronco libera da rami, e tranne in un caso particolare sempre al di sotto del primo palco; l'altezza di inserzione della chioma delle piante nido è del resto abbastanza elevata (mediamente 10 m). Altri aspetti interessanti riguardano l'orientazione del foro, scelta in modo da rendere facile l'involto ma che allo stesso tempo consenta di mascherarne la vista ai predatori.

Questa indagine ribadisce dunque l'importanza, anche ai fini della tutela di questo picchio, di diversificare gli ambienti di foresta e di alternare piuttosto densità e stadi cronologici, distanziando nel tempo e nello spazio le aree in rinnovazione; sono da preferire dunque sistemi colturali miranti ad ottenere strutture monoplane a tessitura fine. A confrontabili indicazioni di natura selvicolturale per la tutela di questa specie pervengono del resto anche Zovi *et al.* (1991) in seguito ad osservazioni compiute sull'Altopiano di Asiago, sempre in territorio veneto.

Fondamentale per tutelarne la fase riproduttiva, oltre ovviamente a risparmiare dal taglio le piante con cavità, è prevedere sempre la presenza di isole di bosco da maturo a stramaturo, con piante di dimensioni notevoli, allungando i tempi di permanenza di alcuni individui oltre i tradizionali tempi di convenienza economica.

Non va dimenticata poi l'importanza di una presenza alternata di tipi forestali che garantisca contemporaneamente al picchio siti di nidificazione (con prevalenza di faggio) e di alimentazione (a prevalenza di resinose, e con adeguato rilascio di legno morto).

Resta inteso che la conservazione nel tempo dell'intero complesso resta compito di un attento assestamento forestale.

4. CONCLUSIONI

La strada dell'“imitare la natura”, da molti decenni intrapresa dalla selvicoltura più illuminata, si riconferma dunque la vincente, sia che si tratti di imitare con i tagli di utilizzazione le modalità di rinnovazione dei soprassuoli forestali, sia che si tratti in altri casi di simulare le forme di disturbo agli ecosistemi.

L'opera di rinaturalizzazione dei nostri boschi vede come priorità quella di rimediare alle due alterazioni più eclatanti imposte nel tempo dall'uomo agli ecosistemi forestali: la semplificazione delle loro componenti, sia vegetali che animali, e l'accorciamento dei cicli di vita degli alberi, imposto nel tentativo di costringere i tempi del bosco a soddisfare i ritmi dell'uomo.

Oggi l'aumento di conoscenze e una mutata sensibilità spingono a spostare a favore del bosco il punto di compromesso tra il rispetto delle sue leggi naturali e la soddisfazione delle nostre esigenze. Il rischio di aumentare i costi delle utilizzazioni e di subire qualche perdita in termini di ricavi è del resto ampiamente compensato dall'aumento di pregio naturalistico, che va acquistando sempre maggior peso nella considerazione del valore dei soprassuoli forestali.

Una sfida per il prossimo futuro, che è poi tutta nello spirito dell'istituzione di Natura 2000, consiste proprio nel

conciliare l'esercizio della selvicoltura, e in genere delle attività umane, con la tutela della Natura. Se è vero che, come osserva Margot Wallström, Commissario europeo per l'ambiente, “noi dipendiamo dalle foreste, ma anche le foreste dipendono da noi”, la posta in gioco e quindi le nostre responsabilità non sono certo di poco conto.

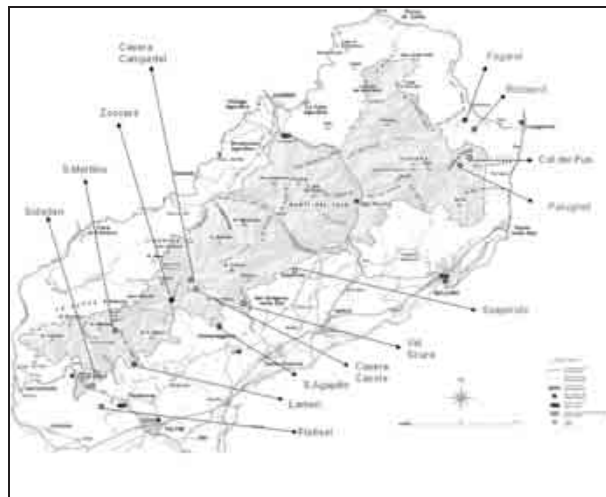


Figura 1. Localizzazione dei siti di nidificazione nel territorio indagato.
Figure 1. Nesting sites position in the surveyed area.
Figure 1. Localisation des localités de nidification dans le territoire recherché.

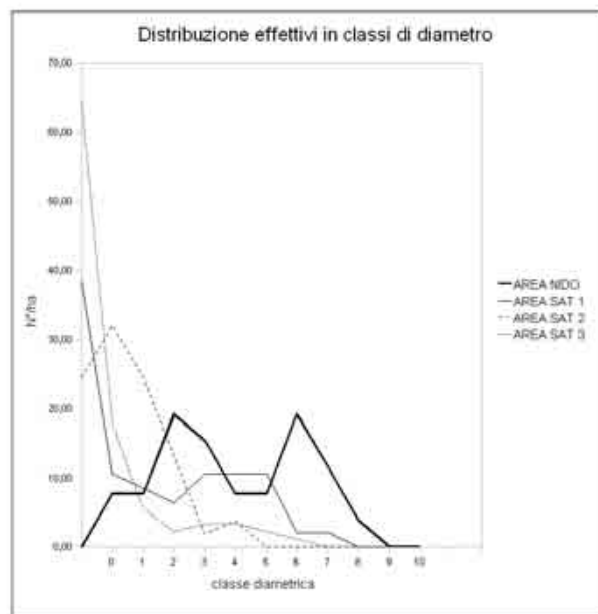


Figura 2. Località “Casera Campedel”: distribuzione dei diametri nell'area nido e nelle corrispondenti area satellite.
Figure 2. Site “Casera Campedel”: diameter distribution in nesting area and in related satellite areas.
Figure 2. Localité “Casera Campedel”: distribution des diamètres dans le placette nid et dans les placettes satellites correspondants.

Pianta nido	<ul style="list-style-type: none"> specie diametro a 1,30 m altezza dendrometrica altezza di inserzione della chioma stato vegetativo altezza del foro esposizione del foro eventuale presenza, altezza ed esposizione di altri fori.
Area nido	<ul style="list-style-type: none"> specie diametro a 1,30 m altezza di inserzione della chioma posizione (distanza e angolo azim.) rispetto alla p. nido stato vegetativo eventuale presenza di fori di picchio
Area satellite	<ul style="list-style-type: none"> specie diametro a 1,30 m altezza di inserzione della chioma stato vegetativo

Tabella 1. Parametri rilevati sulle piante nido e sulle piante presenti nelle aree di saggio (area nido e area satellite).

Table 1. Parameters surveyed on nesting trees (first row) and on the trees of nesting areas (second row) and of satellite areas (third row).

Tableau 1. Paramètres relevés sur les plantes nid et sur les plantes présentes dans les placettes-échantillons (placette nid et placette satellite).

	A. nido	A. satellite	
Diametro medio (cm)	30	23	P≤0,0001
N. piante/ha	479	631	P≤0,05
Area basimetrica/ha (m ²)	31	25	P≤0,05
Statura (m)	32	26	P≤0,05
Altezza media inserzione chioma (m)	7	5.05	n.s.

Tabella 2. Principali parametri dendrometrici delle aree nido e delle aree satellite (medie).

Table 2. Main stand attributes in nesting areas and in satellite areas (average values).

Tableau 2. Principales paramètres dendrométriques des placettes nid et des placettes satellites (moyenne).

	<i>d.b.h.</i> (cm)	<i>H</i> (m)	<i>H ins.</i> <i>chioma</i> (m)	<i>H</i> <i>foro</i> (m)	<i>H foro/H</i> <i>ins.</i> <i>chioma</i>	<i>Esposiz.</i> <i>foro</i> (°N)
Media	53	31	10.3	7.5	0.8	357.04°
Deviazione. Standard	9.90	4.74	2.65	1.70	0.26	104.91°

Tabella 3. Parametri dendrometrici delle piante nido e caratteristiche dei fori (medie e deviazioni standard).

Table 3. Characteristics of nesting trees and of nesting holes (average values and standard deviations).

Tableau 3. Paramètres dendrométriques des plantes nid et caractéristiques des trous (moyenne et déviation standard).

SUMMARY

SILVICULTURE AND SENSITIVE BIRDS. THE CASE OF BLACK WOODPECKER (*DRYOCOPUS MARTIUS*) IN THE "DOLOMITI BELLUNESI" NATIONAL PARK

The protection of biodiversity is today a matter of primary importance also for forest managers. Among the

animal components of the forest ecosystems, special attention is given to birds: some bird species, in fact, are very sensitive to disturbance. Some actions to be made during silvicultural operations, in order to protect susceptible birds, are briefly suggested in this work; they range from a schedule of works minimizing the disturbance up to the re-creation of habitats for the involved species and more generally the re-naturalization of the environment. Specifically, a survey done in the "Dolomiti Bellunesi" National Park (Veneto Region, NE Italy) in order to define the forest characteristics of Black woodpecker nesting sites is presented in this paper. The characteristics of nesting trees and of nesting holes, as well as the forest stand parameters in the circular areas around the nest and in its surroundings, have been analyzed. Collected data show interesting aspects about the preferences of this woodpecker in the selection of the breeding site and, more specifically, of the tree for the nest. Every sampled nesting site was located in older portions of the woods, and the nesting tree almost always was a beech. From the obtained informations some suggestions are derived to guide silviculture and forest management in order to enhance the conservation of this important woodland bird.

RÉSUMÉ

SYLVICULTURE ET OISEAUX SENSIBLES. LE CAS DU PIC NOIR (*DRYOCOPUS MARTIUS*) DANS LE PARC NATIONAL DES "DOLOMITI BELLUNESI"

La tutelle de la biodiversité implique aujourd'hui en première personne même les sylviculteurs. Un intérêt tout à fait particulier se pose à la composante de certaines espèces des biocénoses forestières: quelques espèces d'oiseaux, en effet, peuvent se révéler particulièrement fragiles face aux altérations des écosystèmes. Ici l'on indique certaines actions possibles à entreprendre sur-le-champ de la sylviculture pour la tutelle de certaines espèces d'oiseaux sensibles; celles-ci vont de la programmation temporelle des interventions culturelles pour limiter le dérangement jusqu'au rétablissement des habitats appropriés dans le cadre d'une action de renaturalisation plus vaste. Dans le cas spécifique, l'on se remet ensuite à une enquête faite dans le Parc National des "Dolomiti Bellunesi" (BL) avec la résolution de caractériser les paramètres forestiers des terrains que le Pic noir a choisis pour la nidification. Après avoir identifié quelques localités de nidification à l'intérieur du territoire choisi l'on a révélé des caractéristiques des plantes nid et des trous et les paramètres dendrométriques des bois tout à fait environnant la plante nid et des alentours de celles-ci. Les données rassemblées ont mis en lumière des aspects intéressants à propos des choix que le pic noir a effectués soit par rapport à la plante nid soit par rapport aux conditions de la forêt environnante. En générale le terrain se présente comme une île de forêt mûre par rapport aux terrains limitrophes et la plante choisie pour le nid est presque toujours un hêtre. Au moyen des informations obtenues l'on peut tirer des indications pour orienter la sylviculture et l'aménagement forestier dans le respect des exigences de cette espèce.

BIBLIOGRAFIA

- Angeli F., Pedrotti L., 2007a – *Selvicoltura e gallo cedrone. Prima parte. Analisi delle dinamiche in Val di Sole (TN)*. Sherwood, 132: 5-12.
- Angeli F., Pedrotti L., 2007b – *Selvicoltura e gallo cedrone. Seconda parte. Analisi di un'area campione*. Sherwood, 133: 5-13.
- Bocca M., Carisio L., Rolando A., 2007 – *Habitat use, home ranges and census techniques in Black Woodpecker Dryocopus martius in the Alps*. Ardea 95 (1): 17-29.
- Bottazzo M., Lusiani G., Tocchetto G., Zanoni G., 2006 – *Interventi ambientali per la conservazione di habitat di Francolino di monte (Bonasa bonasia) nella Foresta di Giazza (Prealpi venete)*. Poster, Convegno "I Galliformi alpini. Esperienze europee di conservazione e gestione", Torino, 28 novembre 2006.
- Brugnoli A., Brugnoli R., 2006 – *La foresta come habitat del Gallo cedrone: ricerca applicata e nuove esperienze di gestione*. Forest@ 3(2): 168-182.
- Brichetti P., Fracasso G., 2007 – *Ornitologia italiana*. Vol. 4, Apodidae-Prunellidae. Oasi Alberto Perdisa Editore, Bologna.
- Commissione europea, DG Ambiente, 2003 – *«Natura 2000» e foreste: sfide ed opportunità. Guida interpretativa*. Comunità europea, Lussenburgo, 107 pp.
- Cuisin M., 1988 – *Le Pic noir (Dryocopus martius (L.) dans le biocénoses forestières*. L'oiseau et la Revue française d'Ornithologie, 58: 173-276.
- De Franceschi P.F., De Franceschi D., 2004 – *Esperienze di ripristino e di riqualificazione ambientale per alcune specie di galliformi alpini nelle Alpi Carniche centrali*. 39-43 in: *Miglioramenti ambientali a fini faunistici : esperienze dell'arco alpino a confronto*. Atti del Convegno 5 giugno 2003, San Michele all'Adige (TN), Sherwood, 96, suppl. n. 2, 98 pp.
- Luise R., 1990 – *Bio-ecologia del Picchio nero (Dryocopus martius (L.)) nella Foresta del Cansiglio (Prealpi Venete)*. Tesi di Laurea, Facoltà di Agraria, Università degli Studi di Padova.
- Odasso M., Mayr S., De Franceschi P.F., Zorzi S., Mattedi S., 2002 – *Miglioramenti ambientali a fini faunistici*. Servizio Faunistico della Provincia Autonoma di Trento, Grafiche Dal Piaz, Ravina (TN), 167 pp.
- Mikusinski G., Gromadzki M., Chylarecki P., 2001 – *Woodpeckers as Indicators of Forest Bird Diversity*. Conservation Biology, 15 (1): 208-217.
- Pirovano A., Zecca G., Guidali F., Schroeder W., 2003 – *Selezione dell'habitat del Picchio nero Dryocopus martius nel Parco Regionale delle Orobie Valtellinesi*. Avocetta, 27 (1, n. spec.): 91.
- Rotelli L., 2004 – *Modificazione degli habitat riproduttivi del fagiano di monte (Tetrao tetrix) e declino delle sue popolazioni. Esperienze di interventi di miglioramento ambientale sulle Alpi Occidentali italiane*. Pp. 57-62, in: *Miglioramenti ambientali a fini faunistici: esperienze dell'arco alpino a confronto*. Atti del Convegno 5 giugno 2003, San Michele all'Adige (TN), Sherwood, 96, suppl. n. 2, 98 pp.
- Sergio F., Newton I., Marchesi L., 2005 – *Top predators and biodiversity*. Nature, 436: 192.
- Zovi D., Favero P., Farronato I., 1991 – *Il picchio nero (Dryocopus martius) nei boschi dell'Altopiano di Asiago: sua significatività come indicatore ecologico-forestale*. Linea Ecologica, 23 (5): 3-9.

STUDIO DELLA VEGETAZIONE IN POPOLAMENTI BOSCHIVI ARTIFICIALI DELLA SICILIA

(*) Sezione di Biologia ed Ecologia Vegetale, D.A.C.P.A., Università degli Studi di Catania

(**) Istituto Comprensivo "V. De Simone", Villarosa (EN)

Intense opere di rimboscimento sono state avviate in Sicilia a partire dalla metà del XX secolo per fini protettivi, produttivi e sociali, ricorrendo all'uso di specie non autoctone a rapida crescita e forte incremento legnoso. Questa politica forestale ha portato, nell'arco di un sessantennio, ad estese formazioni forestali che solo in parte soddisfano gli obiettivi prefissati. Esse, presentano un elevato grado di artificialità e necessitano di interventi per il loro mantenimento.

In questi rimboscimenti è stata avviata un'indagine geobotanica al fine di pervenire, attraverso l'analisi della vegetazione, alla valutazione della loro qualità. L'analisi è stata condotta mediante numerosi rilievi della vegetazione seguendo il metodo fitosociologico; i rilievi sono stati sottoposti ad analisi statistica multivariata. Ciò ha permesso di individuare aggruppamenti fisionomicamente, strutturalmente e floristicamente ben differenziati e di pervenire ad una valutazione delle potenzialità naturali delle diverse fitocenosi boschive.

Le conoscenze acquisite costituiscono una base di partenza per interventi selvicolturali volti ad una graduale conversione degli impianti artificiali in fitocenosi naturali e rispondenti alle potenzialità della vegetazione in loco.

Parole chiave: rimboscimenti, Sicilia, *Eucalyptus* spp., *Pinus halepensis*, *Pinus pinea*, *Cupressus* spp.

Key words: reforestation, Sicily, *Eucalyptus* spp., *Pinus halepensis*, *Pinus pinea*, *Cupressus* spp.

Mots clés: reboisements, Sicile, *Eucalyptus* spp., *Pinus halepensis*, *Pinus pinea*, *Cupressus* spp.

1. INTRODUZIONE

Dalla metà del XX secolo, in conseguenza della situazione di dissesto in cui versavano estese aree del territorio siciliano e della notevole rarefazione delle superfici boscate, è stata intrapresa un'intensa politica forestale orientata ad interventi di rimboscimento con finalità essenzialmente protettive (risanamento idrogeologico di ampie zone degradate e soggette ad intensa erosione), produttive e sociali, fondata sull'uso di specie (conifere ed eucalipti) ad alta capacità di adattamento alla eterogeneità dei suoli, a rapido accrescimento e forte incremento legnoso (Cavaretta e Saporito, 1998; Nocentini, 1995; Corona e Marchetti, 2002). Così, a distanza di un sessantennio, si osservano estese formazioni forestali che, comunque, solo in parte soddisfano gli obiettivi prefissati e necessitano di interventi per il loro mantenimento. Di fatto, questi boschi artificiali non hanno raggiunto un adeguato livello di organizzazione strutturale e spesso non sono in grado di automantenersi (Cullotta, 2004).

A partire dagli anni 90, comincia ad affermarsi un cambiamento di indirizzo nella gestione di questi rimboscimenti, sostenendo scelte selvicolturali tendenti ad assecondare i processi dinamici della vegetazione e a favorirne il processo di rinaturalizzazione. Diversi studiosi evidenziano la necessità di oculati interventi colturali volti ad accelerare i processi evolutivi, là ove sono in atto casi di diffusione spontanea di specie autoctone, e di porre attenzione anche alle aree limitrofe, nel caso in cui siano presenti elementi residuali di cenosi boschive che possano assumere il ruolo potenziale di centri di diffusione (Cavaretta e Saporito, 1998; La Mantia e Pasta, 2001; Cullotta *et al.*, 2003; 2004; Saporito, 2007).

Le nostre indagini sono state indirizzate allo studio della flora e della vegetazione in rimboscimenti con essenze

non autoctone presenti nella Sicilia sud-orientale e centrale. Lo scopo è stato quello di pervenire alla conoscenza delle dinamiche vegetazionali e delle potenzialità naturalistiche dei rimboscimenti come supporto fondamentale nella scelta di criteri d'intervento selvicolturale ai fini di una rinaturalizzazione.

2. AREA DI STUDIO

Il comprensorio di studio è localizzato nella porzione centrale e sud-orientale della Sicilia. Le aree rimboschite oggetto dell'indagine, per la maggior parte appartenenti al Demanio Forestale della Regione siciliana, ricadono nelle province di Catania, Ragusa, Siracusa, Enna e Caltanissetta.

Le aree indagate, situate ad altitudini tra 250 e 1000 m s.l.m., sono caratterizzate da un bioclina termico e meso-mediterraneo a ombrotipo secco e subumido. Esse, ricadendo in territori caratterizzati da un'elevata diversità litologica (calcari, marne, calcareniti, vulcaniti, argille, sequenze fliscioidi, serie gessoso-solfifera, substrati sciolti, ecc.), sono contraddistinte da rilevante varietà di tipi pedologici. I suoli sono in genere con profilo poco sviluppato tendente a diminuire con l'altitudine e l'acclività e presentano una fertilità moderata.

Nei territori della Sicilia sud-orientale prevalgono nettamente i rimboscimenti a pini mediterranei (10.500 ha) e scarsamente rappresentati sono quelli ad eucalipti (1.500 ha) che, al contrario, prevalgono nella Sicilia centrale (circa 18.000 ha).

3. MATERIALI E METODI

L'indagine conoscitiva ha riguardato: rimboscimenti puri a *Pinus halepensis* Miller, *Pinus pinea* L., *Eucalyptus* spp.

(*E. camaldulensis* Dehnh., *E. globulus* Labill., *E. occidentalis* Endl., *E. gomphocephala* DC.), rimboschimenti misti a conifere, rimboschimenti misti a latifoglie e conifere.

Per una tipizzazione quali-quantitativa delle comunità boschive artificiali è stato seguito il metodo fitosociologico della scuola sigmatista di Zurigo-Montpellier (Braun-Blanquet, 1964). Al fine di una caratterizzazione della vegetazione e delle potenzialità evolutive di questi boschi sono stati eseguiti circa 500 rilievi fitosociologici. Inoltre, per ogni area di saggio sono stati acquisiti i seguenti dati: inclinazione, esposizione, altitudine, tipo di suolo e substrato, diametro medio degli alberi a 1.30 m, coordinate geografiche nel sistema UTM/WGS84 e grado di disturbo.

I rilievi fitosociologici sono stati sottoposti ad analisi multivariata utilizzando il programma Syn-Tax 2000 (Podani, 2001). Per ogni tipologia di vegetazione individuata, allo scopo di stimare il ruolo dei vari contingenti fitosociologici, è stato realizzato il relativo diagramma sintassonomico.

Per la valutazione degli aggruppamenti vegetali sotto il profilo strutturale e fitogeografico sono stati realizzati gli spettri biologici e corologici calcolati su dati di presenza, frequenza e Indice di Ricoprimento Specifico (I.R.S.).

4. RISULTATI

La vegetazione che si insedia nelle aree soggette a forestazione costituisce una realtà complessa ed eterogenea nella composizione, determinata dalla commistione di specie già presenti in loco con altre che vengono favorite e selezionate dagli interventi di rimboschimento.

La classificazione automatica dei rilievi, sulla base dei dati di copertura, e l'analisi floristico-sociologica hanno permesso di differenziare le fitocenosi indagate in gruppi riconducibili ad altrettanti complessi di vegetazione.

4.1 Rimboschimenti a *Pinus halepensis*

Nei rimboschimenti a *P. halepensis* (circa 10.000 ha nelle sole province di Ragusa e Siracusa) sono stati differenziati fitocenosi eterogenee, a carattere erbaceo, in cui sono rappresentate entità annuali sia sinantropiche (*Thero-Brometalia* degli *Stellarietea mediae*) che naturali (*Tuberarietea guttatae* e *Stipo-Trachynietea*) e specie erbacee perennanti dei *Lygeo-Stipetea*.

Uno stadio più evoluto è tratteggiato da quegli aspetti in cui si riscontra una regressione, in frequenza e copertura, delle specie erbacee annuali, una prevalenza delle erbacee perennanti delle pseudosteppe xerotermofile (*Lygeo-Stipetea*) e un rilevante insediamento di un contingente camefitico (Fig. 1a, tipologia B), costituito in massima parte da *Coridothymus capitatus* (L.) Rchb. fil. e *Teucrium capitatum* L. (Tab. 1, tipologia B). Tipologie di vegetazione analoghe sono state riscontrate in formazioni naturali a pino d'Aleppo, presenti nel bacino dei fiumi Ippari e Tellaro (Sicilia sud-orientale) ove è accertato l'indigenato della specie. Tali aspetti sono stati ascritti all'associazione *Thymo-Pinetum halepensis* De Marco e Caneva, 1985 dei *Cisto-Micromerietea* (Bartolo et al., 1978; 1985).

Un esempio più significativo di potenzialità evolutiva è dato dalla presenza in alcune fitocenosi di un buon contingente di elementi termofili propri dei *Quercetea ilicis* [*Quercus virgiliana* (Ten.) Ten., *Olea europea* L. var.

sylvestris (Mill.) Lehr]. Tale presenza, rispetto a quanto osservato nelle tipologie precedenti, fa presumere che questi aggruppamenti tendano verso aspetti di vegetazione attribuibili a questo syntaxon. Ciò, trova conferma in un gruppo di rilievi che riunisce le formazioni più evolute e abbastanza prossime a tipologie mature della vegetazione naturale a carattere arboreo. In tali fitocenosi si evidenzia la netta prevalenza dei *Quercetalia ilicis* e l'ingresso di arbusti dei *Rhamno-Prunetea* che confermano il carattere di maggiore mesofilia delle cenosi (Fig. 3a e Tab. 1, tipologie D ed E).

Il passaggio a tipi di vegetazione propri di "bosco" viene altresì evidenziato dalla scomparsa degli elementi della gariga (*Cisto-Micromerietea*), dall'affermazione di un contingente di fanerofite dei *Quercetea ilicis* (Fig. 1a e 3a, tipologie D ed E) e dalla presenza di specie nemorali dei *Quercu-Fagetea* come *Hedera helix* L. e *Brachypodium sylvaticum* (Huds.) P. Beauv..

4.2 Rimboschimenti a *Pinus pinea*

Gli impianti artificiali a *P. pinea*, rispetto a quelli a *P. halepensis* o ad *E. camaldulensis*, nel contesto dell'area d'indagine hanno una limitata incidenza (500 ha circa nelle province di Ragusa e Siracusa). Queste formazioni, nell'area iblea, insistono su suoli di origine vulcanica, interessano siti con acclività poco accentuata e ricadono, in massima parte, in una fascia altitudinale compresa tra circa 700 e 1000 m s.l.m.

Alcuni dei popolamenti rilevati, di età non inferiore ai 30 anni, sono risultati piuttosto poveri dal punto di vista floristico. Tale povertà è da collegare principalmente all'elevata densità degli impianti, all'elevato grado di copertura arborea e alla presenza di uno spesso strato di lettiera.

Nelle formazioni ove la copertura arborea è meno elevata sono state rilevate tipologie di vegetazione con una maggiore complessità strutturale e con un aumento, numerico e in copertura, di specie caratteristiche dei *Quercetalia* e *Quercetea ilicis* (*Rubus ulmifolius* Schott, *Asparagus acutifolius* L., *Quercus virgiliana* (Ten.) Ten. e *Q. ilex* L.).

Dalla comparazione degli spettri corologici ponderati relativi ai rimboschimenti a pino d'Aleppo e pino domestico, è stato possibile evidenziare un dato interessante. Negli impianti a *P. pinea* si nota, infatti, un decremento in copertura delle entità mediterranee (da valori medi del 60% al 42%) rispetto alle eurimediterranee (da valori medi del 22% al 42%), il che, probabilmente, è da porre in relazione alla specie utilizzata e, in particolare, alla selezione sociologica da essa esercitata nei riguardi della componente vegetale (Fig. 2a e 2d).

4.3 Rimboschimenti a composizione mista (conifere varie, conifere consociate a latifoglie)

Gli impianti misti a conifere (*P. halepensis*, *P. pinea*, *Cupressus* spp.) ed a latifoglie e conifere esprimono una realtà abbastanza diffusa nel contesto globale dell'area oggetto di analisi.

In questi aspetti misti, per la non uniforme copertura arborea conseguente alla diversità di specie utilizzate, è stata rilevata una maggiore ricchezza floristica rispetto alle formazioni pure. Le tipologie individuate corrispondono a livelli progressivamente crescenti di complessità della vegetazione. Gli stadi vegetazionali dinamicamente

più evoluti riscontrati in questi impianti misti presentano un corteggio floristico ricco di elementi dei *Quercetalia ilicis* (*Quercus virgiliana* e *Q. ilex*) (Fig. 3b e Tab. 2, tipologia C).

4.4 Rimboschimenti ad Eucalipto

I più estesi rimboschimenti ad eucalipto sono principalmente localizzati nelle colline dell'entroterra siciliano (Enna: Aidone e Piazza Armerina; Caltanissetta), per un complessivo di 11.324 ha in formazioni pure e 11.933 ha in formazioni miste. L'estensione di tali boschi nelle provincie di Catania, Ragusa e Siracusa è invece di circa 4.700 ha. Nell'ambito dei territori studiati ricade quindi il 78% della superficie totale degli eucalipteti presenti in Sicilia, stimata in 35.664 ha (Saporito, 2006).

Una parte degli eucalipteti indagati ospitano cenosi con corteggio floristico povero ed eterogeneo. Questo carattere di eterogeneità è da collegare alla diffusa e rilevante antropizzazione che connota i territori sottoposti a rimboschimento, alle condizioni edafiche (tipo di substrato, stato di erosione dei suoli, pendenza), al pascolo, nonché al sistema di governo tendente, per prevenire l'insorgere di incendi, all'eliminazione delle specie perennanti ai margini e spesso anche all'interno degli impianti boschivi. Questa attività di ripulitura, tuttavia, ha ostacolato la naturale evoluzione della vegetazione e l'insediamento di specie suffruticose e arbustive.

In generale, le diverse formazioni boschive possono essere classificate in due macrocomplessi: formazioni in cui sono pressoché assenti i fenomeni di rinnovamento naturale, a causa di fattori microclimatici, condizioni pedologiche limitanti (es. regosuoli, dell'entroterra collinare argilloso siciliano, di spessore sottile e spesso in fase erosa) e rilevante copertura arborea; formazioni con maggiore ricchezza e diversità floristica in cui si rileva l'insediamento di specie arboree e arbustive che caratterizzano le fitocenosi naturali.

Il tipo di vegetazione più diffuso negli eucalipteti coincide con lo stadio caratterizzato da un'abbondanza di terofite, da una relativa presenza di erbacee perennanti e da qualche sporadico suffrutice o arbusto (Fig. 1c, tipologia A); i contingenti fitosociologici in esso maggiormente rappresentati sono quelli dei *Thero-Brometalia* (*Stellarietea mediae*) e degli *Stipo-Trachynietea* (Fig. 3c e Tab. 3, tipologia A).

Gli aggruppamenti vegetali con un livello dinamico più alto e che si presentano floristicamente ed ecologicamente più strutturati si riscontrano, in genere, su suoli bruni di origine calcarea, suoli andici, flysch e sabbie. Queste fitocenosi risultano differenziate da: entità delle pseudosteppe xerotermofile dei *Lygeo-Stipetea* (Fig. 3c, tipologia B) che, a seconda dei substrati, sono rappresentate da diverse graminacee cespitose (*Ampelodesmos mauritanicus* (Poiret) T. Durand & Schinz, *Lygeum spartum* L., *Dactylis glomerata* L. ssp. *hispanica* (Roth) Nyman); aspetti con un rilevante corteggio di specie arbustive dei *Rhamno-Prunetea* ed elementi dei *Quercetalia ilicis* (*Q. virgiliana*, *Q. ilex*, *Smilax aspera* L., *Rubia peregrina* L., *Asparagus acutifolius*) (Fig. 3c, tipologie C e D).

5. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L'analisi condotta ha permesso di evidenziare che le tipologie di vegetazione che si riscontrano nelle diverse fisionomie di soprassuoli forestali e nelle varie situazioni stagionali hanno, in rapporto alle variazioni di substrato, alle condizioni bioclimatiche e agli interventi selvicolturali, una connotazione eterogenea espressa dalla coesistenza di più contingenti fitosociologici. Queste tipologie rappresentano tappe e stadi diversi del dinamismo della vegetazione.

Le conoscenze acquisite, attraverso lo studio floristico e vegetazionale, sulle potenzialità in atto in questi impianti artificiali, rappresentano, a nostro avviso, le basi conoscitive essenziali per la programmazione di interventi volti alla conversione di questi impianti in boschi naturali capaci di autoriprodursi e autoregolarsi. Gli interventi di rinaturalizzazione non sono però generalizzabili ma vanno adattati alle situazioni locali e attuati per gradi. Evidentemente, meglio si prestano ad una più rapida conversione quelle fitocenosi che mostrano una maggiore potenzialità verso la naturalità. Ove, invece, la potenzialità è poco manifesta è opportuno tendere ad una gestione che asseconi l'insediamento di specie di comunità naturali più evolute.

Le valutazioni fin qui esposte trovano un riscontro, fra l'altro, nella recente politica di gestione forestale, non più finalizzata alla produttività ma orientata a promuovere azioni di rinaturalizzazione e di restauro ecologico dei boschi artificiali costituiti da essenze non autoctone.

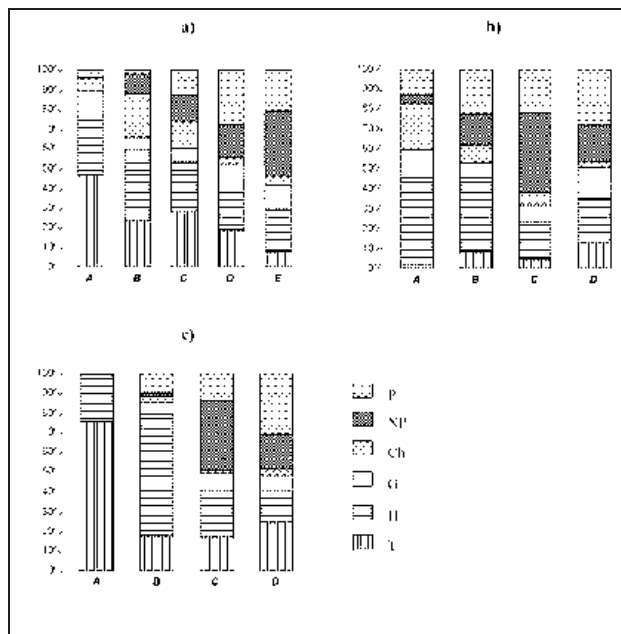


Figura 1. Spettro biologico ponderato delle tipologie di vegetazione in: a) rimboschimenti a *Pinus halepensis*; b) rimboschimenti misti a conifere (A, B, C) ed a latifoglie e conifere (D); c) rimboschimenti ad *Eucalyptus camaldulensis*.
Figure 1. Weighted biological spectra of the vegetation types in: a) reforestations with *Pinus halepensis*; b) reforestations with mixed conifers (A, B, C) and hardwoods and conifers (D); c) reforestations with *Eucalyptus camaldulensis*.
Figure 1. Spectre biologique pondéré des types de végétation dans: a) reboisements avec *Pinus halepensis*; b) reboisements mixte de conifères (A, B, C) et de feuillus et de conifères (D); c) reboisements avec *Eucalyptus camaldulensis*.

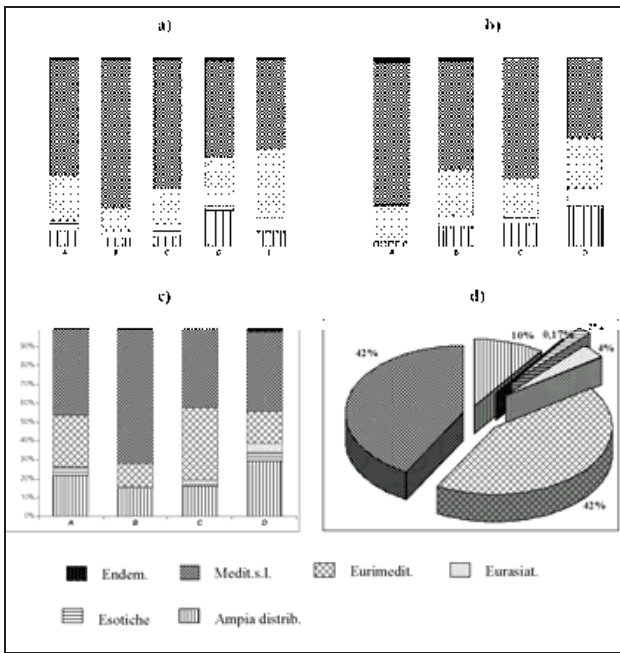


Figura 2. Spettro corologico ponderato delle tipologie di vegetazione in:
 a) rimboschimenti a *Pinus halepensis*;
 b) rimboschimenti misti a conifere (A, B, C) ed a latifoglie e conifere (D);
 c) rimboschimenti ad *Eucalyptus camaldulensis*;
 d) rimboschimenti a *Pinus pinea*.
 Figure 2. Weighted chorological spectra of the vegetation types in:
 a) reforestations with *Pinus halepensis*;
 b) reforestations with mixed conifers (A, B, C) and hardwoods and conifers (D);
 c) reforestations with *Eucalyptus camaldulensis*.
 d) reforestations with *Pinus pinea*.
 Figure 2. Spectre chorologique pondéré des types de végétation dans:
 a) reboisements avec *Pinus halepensis*;
 b) reboisements mixte de conifères (A, B, C) et de feuillus et de conifères (D);
 c) reboisements avec *Eucalyptus camaldulensis*;
 d) reboisements avec *Pinus pinea*.

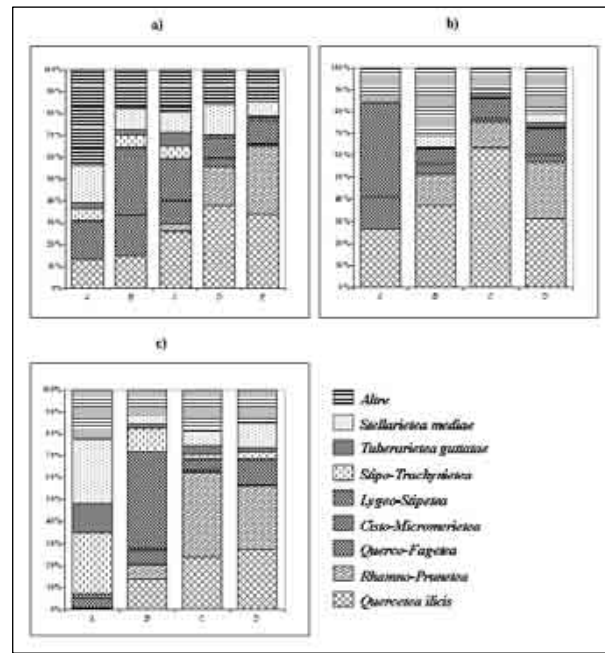


Figura 3. Spettro sintassonomico ponderato delle tipologie di vegetazione in:
 a) rimboschimenti a *Pinus halepensis*;
 b) rimboschimenti misti a conifere (A, B, C) ed a latifoglie e conifere (D);
 c) rimboschimenti ad *Eucalyptus camaldulensis*.
 Figure 3. Weighted syntaxonomical spectra of the vegetation types in:
 a) reforestations with *Pinus halepensis*;
 b) reforestations with mixed conifers (A, B, C) and hardwoods and conifers (D);
 c) reforestations with *Eucalyptus camaldulensis*.
 Figure 3. Spectre syntaxonomique pondéré des types de végétation dans:
 a) reboisements avec *Pinus halepensis*;
 b) reboisements mixte de conifères (A, B, C) et de feuillus et de conifères (D);
 c) reboisements avec *Eucalyptus camaldulensis*.

	Tipologie				
	A	B	C	D	E
Numero dei rilievi	8	11	5	11	18
Specie utilizzate					
<i>Pinus halepensis</i> Miller (arboreo)	V	V	V	V	V
<i>Pinus halepensis</i> Miller (erbaceo da rinnovamento naturale)	II	III	III	II	II
<i>Cupressus sempervirens</i> L.	-	-	I	-	-
<i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh.	-	-	-	I	-
Specie dei Quercetalia ilicis					
<i>Quercus virgiliana</i> (Ten.) Ten.	I	II	III	IV	I
<i>Aristolochia clusii</i> Lojacomo	I	I	I	III	-
<i>Quercus ilex</i> L.	-	-	IV	IV	-
<i>Euphorbia characias</i> L.	-	I	II	II	-
<i>Pimpinella peregrina</i> L.	-	-	-	III	I
<i>Clinopodium vulgare</i> L. ssp. orientale Bothmer	-	-	-	IV	I
<i>Rosa sempervirens</i> L.	-	-	-	III	I
<i>Specie a bassa frequenza</i>	0	0	3	10	4
Specie dei Pistacio-Rhamnietalia alaterni					
<i>Olea europaea</i> L. var. <i>sylvestris</i> (Mill.) Lehr	II	II	IV	I	II
<i>Teucrium flavum</i> L.	II	I	II	II	II
<i>Prasium majus</i> L.	I	I	IV	I	-
<i>Phlomis frutescens</i> L.	-	-	III	I	-
<i>Ruta chalepensis</i> L.	-	II	II	-	-
<i>Pistacia lentiscus</i> L.	-	-	I	II	-
<i>Chamaerops humilis</i> L.	II	I	-	-	-
<i>Specie a bassa frequenza</i>	0	1	0	4	3
Specie dei Quercetalia ilicis					
<i>Asparagus acutifolius</i> L.	IV	V	V	V	V
<i>Rubia peregrina</i> L.	I	-	IV	V	IV
<i>Rhamnus alaternus</i> L.	-	I	II	IV	II
<i>Daphne gnidium</i> L.	-	I	III	I	-
<i>Ostrya alba</i> L.	-	-	I	II	I
<i>Smilax aspera</i> L.	-	-	I	III	-
<i>Phillyrea latifolia</i> L.	-	-	-	II	-
<i>Specie a bassa frequenza</i>	0	1	0	2	0
Specie dei Rhamno-Prunetea					
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	II	I	I	IV	III
<i>Prunus spinosa</i> L.	-	I	I	III	III
<i>Rubus umifolius</i> Schott	-	-	-	V	IV
<i>Rosa canina</i> L.	-	-	-	III	IV
<i>Carex divulsa</i> Stokes	-	-	-	II	I
<i>Specie a bassa frequenza</i>	0	0	0	2	1
Specie dei Querceto-Fagetes					
<i>Hedera helix</i> L.	-	-	I	III	I
<i>Brachypodium sylvaticum</i> (Hudson) P. Beauv.	-	-	-	II	I
<i>Specie a bassa frequenza</i>	0	0	0	1	1
Specie dei Cisto-Micromerietea					
<i>Coridithymus capitatus</i> (L.) Rchb. fil.	-	V	I	-	I
<i>Cistus creticus</i> L.	-	I	III	I	-
<i>Phagnalon rupestre</i> (L.) DC.	-	II	I	-	-
<i>Sarcopoterium spinosum</i> (L.) Spach	-	I	II	-	-
<i>Teucrium capitatum</i> L.	-	IV	-	-	-
<i>Specie a bassa frequenza</i>	0	2	1	0	0
Specie dell'Avenulo-Ampelodesmion mauritanici					
<i>Ampelodesmos mauritanicus</i> (Poiret) T. Durand & Schinz	II	IV	I	III	III
<i>Gypsophila arrostii</i> Guss.	-	II	II	I	-
<i>Avenula cincinnata</i> (Ten.) Holub	I	II	I	I	-
<i>Specie a bassa frequenza</i>	0	1	1	0	2
Specie dei Bromo-Oryzopeion milliacea					
<i>Lobularia maritima</i> (L.) Desv.	I	I	III	I	-
<i>Piptatherum milliaceum</i> (L.) Coss. (= <i>Oryzopsis milliacea</i> (L.) Asch. et Schweinf. ssp. milliacea)	-	-	-	III	II
<i>Euphorbia ceratocarpa</i> Ten.	I	-	-	III	I
<i>Specie a bassa frequenza</i>	1	1	0	0	2
Specie degli Hyparrhenietalia hirtae e dei Lygeo-Stipetea					
<i>Micromeria graeca</i> (L.) Benth. ex Rchb.	IV	V	IV	III	III
<i>Calamintha nepeta</i> (L.) Savi	III	II	IV	III	III
<i>Carlina hispanica</i> Lam. ssp. <i>globosa</i> (Arcang.) Meusel. & Kästner	III	II	IV	II	III
<i>Pallenis spinosa</i> (L.) Cass.	III	III	IV	III	I
<i>Cachrys libanotis</i> L.	IV	II	I	I	-
<i>Sanguisorba minor</i> Scop.	III	II	I	III	III
<i>Dactylis glomerata</i> L. ssp. <i>hispanica</i> (Roth) Nyman	III	II	III	III	III
<i>Sixalis atropurpurea</i> (L.) Greuter & Burdet ssp. <i>grandiflora</i> (Scop.) Soldano & F. Conti (= <i>Scabiosa maritima</i> L.)	-	-	-	III	III
<i>Galium lucidum</i> All.	I	II	II	III	III
<i>Anthyllis vulneraria</i> L. ssp. <i>maura</i> (Beck) Maire	II	III	II	I	I
<i>Hyoseris radiata</i> L.	I	II	I	II	I
<i>Lathyrus articulatus</i> L.	II	I	I	I	I
<i>Convolvulus altheaoides</i> L.	I	II	-	-	-
<i>Asphodelus ramosus</i> L. ssp. <i>ramosus</i> (= <i>Asphodelus microcarpus</i> Salzmann. et Viv.)	II	I	-	-	-
<i>Asperula aristata</i> L. fil. ssp. <i>scabra</i> (J. & C. Presl) Nyman	-	-	I	II	-
<i>Reichardia picroides</i> (L.) Roth	II	I	-	-	-
<i>Specie a bassa frequenza</i>	2	5	4	3	3
Specie degli Stipo-Trachynietea distachyae					
<i>Hypochoeris achyrophorus</i> L.	IV	I	II	I	I
<i>Sideritis romana</i> L. ssp. <i>romana</i>	III	III	II	I	I
<i>Crupina crupinastrum</i> (Moris) Vis.	II	II	II	I	I
<i>Trachynia distachya</i> (L.) Link (= <i>Brachypodium distachyum</i> (L.) Beauv.)	I	II	I	I	II
<i>Linum strictum</i> L. ssp. <i>strictum</i>	I	II	I	I	I
<i>Trifolium angustifolium</i> L. ssp. <i>angustifolium</i>	II	II	-	-	-
<i>Hymenocarpus circinnatus</i> (L.) Savi	II	II	-	-	-
<i>Ajuga reptans</i> (L.) Schreber	II	I	II	-	-
<i>Stipa capensis</i> Thumb.	II	I	-	-	-
<i>Medicago truncatula</i> Gaertner	II	-	I	-	-
<i>Euphorbia exigua</i> L.	II	-	-	-	-
<i>Specie a bassa frequenza</i>	2	3	4	1	0

Specie dei Tuberarietea guttatae					
<i>Trifolium stellatum</i> L.	IV	II	III	III	II
<i>Trifolium campestre</i> Schreber	IV	III	III	II	II
<i>Briza maxima</i> L.	II	II	III	II	I
<i>Specie a bassa frequenza</i>	2	2	3	0	1
Specie dei Thero-Brometalia					
<i>Urospermum dalechampii</i> (L.) F.W. Schmidt	II	III	III	IV	I
<i>Lotus orinthopodioides</i> L.	II	II	IV	I	II
<i>Anisantha madritensis</i> (L.) Nevski (= <i>Bromus madritensis</i> L.)	II	II	II	II	I
<i>Avena sterilis</i> L.	II	II	I	I	I
<i>Urospermum picroides</i> (L.) F.W. Schmidt	II	II	III	II	-
<i>Lotus edulis</i> L.	II	III	III	I	-
<i>Vicia villosa</i> Roth ssp. <i>varia</i> (Host) Corb.	II	I	II	III	-
<i>Catapodium rigidum</i> (L.) C. E. Hubbard	II	I	I	-	-
<i>Dasypyrum villosum</i> (L.) P. Candargy	III	I	I	-	-
<i>Tordylium apulum</i> L.	II	I	II	-	-
<i>Medicago polymorpha</i> L.	II	-	-	II	I
<i>Galactites elegans</i> (All.) Soldano	II	II	-	-	-
<i>Aegilops geniculata</i> Roth	II	I	-	-	-
<i>Avena barbata</i> Potter ex Link	II	I	-	-	-
<i>Hirschfeldia incana</i> (L.) Lagreze-Fossat	II	-	-	-	-
<i>Specie a bassa frequenza</i>	3	3	3	0	3
Specie dei Geranio-Cardaminetalia hirsutae					
<i>Torilis nodosa</i> (L.) Gaertner	II	II	I	III	I
<i>Geranium purpureum</i> Vill.	-	-	IV	IV	II
<i>Geranium lucidum</i> L.	-	I	-	III	I
<i>Theligonum cynocrambe</i> L.	-	-	I	III	I
<i>Specie a bassa frequenza</i>	0	0	2	2	0
Specie degli Stellarietea mediae					
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	II	III	IV	III	II
<i>Coronilla scorpioides</i> (L.) W. D. J. Koch	II	II	III	I	I
<i>Fedia cornuopisae</i> (L.) Gaertner	III	II	II	I	I
<i>Vicia sativa</i> L.	II	II	I	I	I
<i>Carduus pycnocephalus</i> L.	I	I	I	-	-
<i>Scandix pecten-veneris</i> L.	II	II	II	-	-
<i>Geranium molle</i> L.	II	I	I	-	-
<i>Euphorbia peplus</i> L.	I	I	II	-	-
<i>Euphorbia helioscopia</i> L.	II	I	-	-	-
<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill	-	-	-	II	-
<i>Specie a bassa frequenza</i>	2	6	4	7	3
ALTRE SPECIE					
Camefite					
<i>Lotus commutatus</i> Guss.	I	I	IV	-	I
<i>Thymus spinulosus</i> Ten.	-	II	-	I	I
<i>Centranthus ruber</i> (L.) DC.	-	-	-	II	I
<i>Specie a bassa frequenza</i>	1	2	1	2	3
Geofite					
<i>Carex flacca</i> Schreber ssp. <i>serrulata</i> (Biv.) Greuter	I	II	I	I	I
<i>Allium subhirsutum</i> L.	-	-	I	III	-
<i>Serapias vomeracea</i> (Burm. fil.) Briq.	II	I	-	-	-
<i>Muscari comosum</i> (L.) Mill. (= <i>Leopoldia comosa</i> (L.) Parl.)	II	-	-	-	-
<i>Ophrys speculum</i> Link	II	-	-	-	-
<i>Loncomelos narbonne Raf.</i> (= <i>Ornithogalum narbonne Raf.</i>)	-	-	-	-	-
<i>Specie a bassa frequenza</i>	7	5	2	4	4
Emicriptofite					
<i>Daucus carota</i> L.	IV	II	III	III	IV
<i>Eryngium campestre</i> L.	IV	III	IV	III	II
<i>Hypochoeris laevigata</i> (L.) Ces., Passer. & Gibelli	II	I	II	II	III
<i>Convolvulus elegantissimus</i> Miller	II	III	I	II	II
<i>Plantago serraria</i> L.	II	III	I	II	I
<i>Hypericum perforatum</i> L.	II	II	I	II	II
<i>Silene italica</i> (L.) Pers.	I	I	II	II	III
<i>Carlina gummifera</i> (L.) Less. (= <i>Attractylis gummifera</i> L.)	I	II	I	I	I
<i>Phalaris aquatica</i> L. (= <i>Phalaris bulbosa</i> L.)	I	-	II	II	II
<i>Centaurea sicula</i> L. (= <i>Centaurea nicaeensis</i> All.)	II	I	II	I	I
<i>Rumex thyrsoides</i> Desf.	I	II	I	I	I
<i>Verbascum sinuatum</i> L.	II	I	I	I	I
<i>Foeniculum vulgare</i> Miller ssp. <i>vulgare</i>	IV	-	III	II	II
<i>Crepis leontodontoides</i> All.	I	I	-	IV	III
<i>Dactylis glomerata</i> L. ssp. <i>glomerata</i>	II	II	-	-	-
<i>Hordeum bulbosum</i> L.	II	-	I	I	I
<i>Hypochoeris cretensis</i> (L.) Bory & Chaub.	I	I	II	-	-
<i>Picris hieracioides</i> L.	II	-	-	III	III
<i>Origanum vulgare</i> L. ssp. <i>viridulum</i> (Martin-Donos) Nyman	-	I	-	III	II
<i>Phalaris aquatica</i> L. (= <i>Phalaris bulbosa</i> L.)	I	-	II	II	II
<i>Ranunculus bulbosus</i> L. ssp. <i>aleae</i> (Willk.) Rouy et Foucaud	I	-	-	II	I
<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke	I	-	-	II	I
<i>Melica ciliata</i> L.	-	I	-	I	II
<i>Agrimonia eupatoria</i> L.	-	-	-	I	II
<i>Salvia verbenaca</i> L.	II	-	I	-	-
<i>Tragopogon porrifolius</i> L.	II	I	-	-	-
<i>Scolymus grandiflorus</i> Desf.	II	-	-	-	-
<i>Specie a bassa frequenza</i>	10	6	6	21	11
Terofite					
<i>Nigella damascena</i> L.	IV	III	IV	I	II
<i>Hippocrepis biflora</i> Spreng. (= <i>Hippocrepis unisiliquosa</i> L.)	III	II	II	I	I
<i>Tetragonolobus purpureus</i> Moench	II	II	II	I	I
<i>Anagallis arvensis</i> L. ssp. <i>arvensis</i>	III	III	I	-	-
<i>Malva cretica</i> Cav.	III	I	II	I	-
<i>Lagurus ovatus</i> L.	II	II	I	-	-
<i>Scorpiurus subvillosus</i> L.	IV	II	I	-	-
<i>Anthemis arvensis</i> L. ssp. <i>arvensis</i>	III	I	II	-	-
<i>Cynosurus echinatus</i> L.	-	II	II	-	-
<i>Torilis arvensis</i> (Hudson) Link	I	-	-	II	I
<i>Ajuga chamaepitys</i> (L.) Schreber	II	I	I	-	-
<i>Lathyrus cicera</i> L.	II	I	-	-	-
<i>Medicago arabica</i> (L.) Hudson	II	-	I	-	-
<i>Cuscuta campestris</i> Yuncker	II	-	-	-	-
<i>Specie a bassa frequenza</i>	18	15	14	13	10

Tabella 1. Tipologie di vegetazione in rimboschimenti a *Pinus halepensis*.

Table 1. Vegetation types in reforestations with *Pinus halepensis*.

Tableau 1. Types de végétation dans les reboisements avec *Pinus halepensis*.

	Tipologie			
	A	B	C	D
Numero dei rilievi	5	5	7	8
Specie utilizzate				
Pinus halepensis Miller	V	V	III	V
Cupressus sempervirens L.	IV	V	V	III
Pinus halepensis Miller (erbaceo da rinnovamento naturale)	V	IV	V	III
Pinus pinea L.	II	V	II	II
Cupressus arizonica Greene	I	II	II	I
Eucalyptus camaldulensis Dehnh.	II	II	V	V
Specie a bassa frequenza	2	0	1	1
Specie del Quercetalia ilicis				
Quercus virgiliana (Ten.) Ten.	III	III	V	IV
Quercus ilex L.	III	III	III	IV
Clinopodium vulgare L. ssp. orientale Bothmer	-	II	III	III
Rosa sempervirens L.	-	II	II	IV
Aristolochia clusii Lojacono	I	II	II	I
Carex distachya Desf.	-	III	I	-
Poa sylvicola Guss.	-	II	II	II
Fraxinus ornus L.	-	II	II	II
Pimpinella peregrina L.	-	I	II	II
Emerus majus Mill. ssp. majus [= Hippocrepis emerus (L.) Lassen ssp. emerus]	-	II	-	-
Specie a bassa frequenza	3	2	5	3
Specie del Pistacio-Rhamnietalia alaterni				
Teucrium flavum L.	V	V	IV	I
Olea europaea L. var. sylvestris (Mill.) Lehr	III	I	I	II
Prasium majus L.	-	-	-	III
Specie a bassa frequenza	3	3	0	4
Specie del Quercetalia ilicis				
Rubia peregrina L.	V	V	V	V
Asparagus acutifolius L.	V	V	V	V
Osyris alba L.	II	V	III	II
Daphne gnidium L.	IV	I	-	II
Rhamnus alaternus L.	III	III	-	II
Smilax aspera L.	-	I	I	II
Specie a bassa frequenza	0	0	0	1
Specie del Rhamno-Prunetea				
Rosa canina L.	I	III	III	IV
Crataegus monogyna Jacq.	II	IV	III	V
Rubus ulmifolius Schott	-	-	III	V
Prunus spinosa L.	-	-	III	IV
Specie a bassa frequenza	0	0	1	3
Specie del Quercu-Fagetia				
Hedera helix L.	-	II	III	II
Brachypodium sylvaticum (Hudson) P. Beauv.	-	II	V	II
Specie del Cisto-Micromerietea				
Coridothymus capitatus (L.) Rchb. fil.	V	I	-	I
Phagnalon rupestre (L.) DC.	II	-	-	I
Teucrium capitatum L.	II	-	-	-
Specie a bassa frequenza	4	0	0	0
Specie dell'Avenulo-Ampelodesmon mauritanici				
Ampelodesmos mauritanicus (Poirlet) T. Durand & Schinz	V	V	II	IV
Avenula cinnamata (Ten.) Holub	II	II	-	I
Pimpinella anisoides V. Briganti	-	-	III	-
Helichrysum hyblaum Brullo	III	-	-	-
Specie a bassa frequenza	1	0	0	0
Specie del Bromo-Oryzopsis millicae				
Euphorbia ceratocarpa Ten.	-	II	-	II
Piptatherum millicae (L.) Coss. [= Oryzopsis millicae (L.) Asch. et Schweinf. ssp. millicae]	-	II	-	II
Specie a bassa frequenza	0	1	1	0
Specie degli Hyparrhienietalia hirtae e dei Lygeo-Stipetia				
Micromeria graeca (L.) Bentham ex Rchb.	V	IV	III	II
Anthyllus vulneraria L. ssp. maura (Beck) Maire	V	IV	II	II
Galium lucidum All.	III	IV	V	III
Sanguisorba minor Scop.	IV	III	III	IV
Dactylis glomerata L. ssp. hispanica (Roth) Nyman	III	III	III	IV
Sixalis atropurpurea (L.) Greuter & Burdet ssp. grandiflora (Scop.) Soldano & F. Conti (= Scabiosa maritima L.)	I	II	I	II
Carlina hispanica Lam. ssp. globosa (Arcang.) Meusel. & Kästner	II	IV	-	III
Calamintha nepeta (L.) Savi	-	III	II	V
Hyoscyamus radiata L.	-	II	III	II
Bituminaria bituminosa (L.) E. H. Stirton (= Psoralea bituminosa L.)	II	I	-	I
Kundmannia sicula (L.) DC.	III	I	-	-
Cachrys libanotis L.	III	-	-	-
Lathyrus articulatus L.	-	-	-	II
Specie a bassa frequenza	3	2	3	4
Specie degli Stipo-Trachynietea distachyae				
Linum strictum L. ssp. strictum	III	II	-	-
Trifolium angustifolium L. ssp. angustifolium	-	I	-	II
Hypochoeris achyrophorus L.	-	-	II	-
Sidentis romana L. ssp. romana	-	II	-	-
Specie a bassa frequenza	1	2	1	2

Specie dei Tuberarietea guttae				
Briza maxima L.	I	I	I	II
Trifolium stellatum L.	I	II	-	II
Trifolium campestre Schreber	-	I	-	II
Specie a bassa frequenza	0	1	0	1
Specie dei Thero-Brometalia				
Urospermum dalechampii (L.) F. W. Schmidt	III	II	II	II
Lotus orithopodioides L.	III	I	-	-
Vicia villosa Roth ssp. varia (Host) Corb.	-	-	III	II
Anisantha madritensis (L.) Nevski (= Bromus madritensis L.)	-	-	I	II
Specie a bassa frequenza	2	2	1	2
Specie dei Geranio-Cardaminetalia hirsutae				
Geranium purpureum Vill.	-	II	V	III
Theligonum cynocrambe L.	-	I	III	I
Geranium lucidum L.	-	-	III	II
Torilis nodosa (L.) Gaertner	-	-	-	II
Specie a bassa frequenza	0	0	1	0
Specie degli Stellarietea mediae				
Acanthus mollis L.	I	III	I	I
Sonchus oleraceus L.	II	-	II	II
Anisantha sterilis (L.) Nevski (= Bromus sterilis L.)	-	-	I	II
Specie a bassa frequenza	2	2	2	3
ALTRE SPECIE				
Fanerofite				
Robinia pseudoacacia L.	-	-	I	-
Celtis australis L.	-	-	I	-
Castanea sativa Miller	-	-	I	-
Pyrus pyraeaster (L.) Duroi	-	-	-	I
Prunus dulcis (Miller) D.A. Webb	I	-	-	-
Ailanthus altissima (Miller) Swingle	-	-	-	I
Fraxinus angustifolia Vahl	-	-	-	I
Euonymus europaeus L.	-	-	-	I
Camefite				
Centranthus ruber (L.) DC.	-	III	I	-
Euphorbia linifolia L.	-	-	II	-
Specie a bassa frequenza	2	1	0	2
Geofite				
Carex flacca Schreber ssp. serrulata (Biv.) Greuter	III	-	II	II
Allium subirsutum L.	-	II	I	I
Ophrys archimedeae P. Delforge & M. Walravens	-	-	II	I
Orchis papilionacea L. ssp. grandiflora Boissier	-	-	III	-
Ranunculus ficaria L.	-	-	-	II
Ornithogalum montanum Cirillo	-	-	-	II
Gladiolus italicus Miller	-	-	-	II
Specie a bassa frequenza	1	1	3	8
Emicriptofite				
Daucus carota L.	III	II	III	III
Dactylis glomerata L. ssp. glomerata	III	I	I	II
Hypochoeris levigata (L.) Ces., Passer. & Gibelli	II	V	V	II
Crepis leontodontoides All.	I	III	V	IV
Convolvulus elegantissimus Miller	I	II	I	II
Ranunculus bulbosus L. ssp. aleae (Wilk.) Rouy & Foucaud	I	II	IV	II
Hypericum perforatum L.	III	I	I	II
Hypericum perforatum L.	I	III	II	II
Eryngium campestre L.	II	I	II	I
Origanum vulgare L. ssp. viridulum (Martin-Donos) Nyman	I	IV	III	III
Picris hieracioides L.	I	II	V	III
Arrhenatherum elatius (L.) P. Beauv. ex J. & C. Presl ssp. nebrodensis (Brullo, Minisale & Spampinato) Giardina e Raimondo	-	I	III	I
Silene italica (L.) Pers.	-	II	IV	III
Rumex thyrsoideus Desf.	-	I	III	II
Agrimonia eupatoria L.	-	II	I	III
Hypochoeris cretensis (L.) Bory & Chaub.	-	I	I	II
Smyrniolum rotundifolium Miller	-	-	III	I
Arabis hirsuta (L.) Scop.	-	-	IV	-
Hordeum bulbosum L.	-	-	II	II
Anthoxanthum odoratum L.	-	-	IV	-
Silene vulgaris (Moench) Garcke	-	II	III	-
Prunella laciniata (L.) L.	-	I	II	-
Achillea ligustica All.	-	-	III	II
Centaurium erythraea Rafn.	II	-	-	-
Trifolium repens L.	-	-	-	II
Kickxia commutata (Bernh. ex Rchb.) Fritsch	-	-	-	II
Piantago lanceolata L.	-	-	-	II
Carlina gummifera (L.) Less. (= Atractylis gummifera L.)	II	-	-	-
Specie a bassa frequenza	1	7	9	7
Terofite				
Tetragonolobus purpureus Moench	II	I	II	I
Sherardia arvensis L.	-	II	II	I
Anagallis arvensis L.	-	-	I	I
Lathyrus aphaca L.	-	-	-	I
Hippocrepis biflora Spreng.	I	III	-	-
Blackstonia perfoliata (L.) Hudson	I	III	-	-
Cynosuroides echinatus L.	-	I	-	II
Medicago lupulina L.	-	I	-	II
Nigella damascena L.	-	-	-	II
Specie a bassa frequenza	0	4	4	13

Tabella 2. Tipologie di vegetazione in rimboschimenti misti a conifere (A, B, C) ed a latifoglie e conifere (D).

Table 2. Vegetation types in reforestation with mixed conifer (A, B, C) and hardwoods and conifers (D).

Tableau 2. Types de végétation dans les reboisements mixtes de conifères (A, B, C) et de feuillus et de conifères (D).

Tipologie Numero dei rilievi	A	B	C	D
	5	5	6	6
Specie utilizzate				
Eucalyptus camaldulensis Dehnh.	V	V	V	V
Pinus halepensis Miller (erbaceo da rinnovamento naturale)	-	I	-	II
Specie del Quercetalia ilicis				
Clinopodium vulgare L. ssp. orientale Bothmer	-	I	II	III
Quercus virgiliana (Ten.) Ten.	-	IV	-	V
Rosa sempervirens L.	-	-	III	IV
Pulicaria odora (L.) Rchb.	-	III	I	-
Aristolochia clusii Lojaccono	-	II	I	-
Pimpinella peregrina L.	-	-	-	I
Quercus ilex L.	-	-	-	IV
Euphorbia characias L.	-	-	-	III
Ruscus aculeatus L.	-	-	-	III
Poa sylivicola Guss.	-	-	II	-
Lonicera etrusca Santi	-	-	-	II
Specie a bassa frequenza	0	1	1	2
Specie del Pistacio-Rhamnetalia alaterni				
Olea europaea L. var. sylvestris (Mill.) Lehr	I	II	I	I
Specie a bassa frequenza	0	1	1	4
Specie del Quercetalia ilicis				
Asparagus acutifolius L.	II	V	V	V
Rubia peregrina L.	-	IV	I	V
Smilax aspera L.	-	-	-	III
Rhamnus alaternus L.	I	-	-	II
Specie a bassa frequenza	0	0	2	1
Specie del Rhamno-Prunetea				
Cralaegus monogyna Jacq.	II	V	IV	V
Rubus ulmifolius Schott	-	II	V	V
Rosa canina L.	-	II	V	III
Prunus spinosa L.	-	-	IV	V
Carex divulsa Stokes	-	II	IV	I
Specie a bassa frequenza	0	0	0	2
Specie del Quercus-Fagetea				
Brachypodium sylvaticum (Hudson) P. Beauv.	II	III	III	-
Specie a bassa frequenza	0	1	1	0
Specie dell' Avenulo-Ampelodesmion mauritanici				
Ampelodesmos mauritanicus (Poirot) T. Durand & Schinz	II	V	-	II
Avenula cinnamta (Ten.) Holub	II	IV	I	-
Pimpinella anisoides V. Briganti	III	-	-	-
Gypsophila arrostii Guss.	-	II	-	-
Specie del Bromo-Oryzopsis millicaeae				
Piptatherum millicaeum (L.) Coss. [= Oryzopsis millicae (L.) Asch. et Schweinf. ssp. millicae]	-	-	I	III
Euphorbia ceratocarpa Ten.	-	-	-	IV
Specie a bassa frequenza	0	0	1	0
Specie degli Hyparrhenietalia hirtae e dei Lygeo-Stipetea				
Calamintha nepeta (L.) Savi	I	IV	V	V
Saxifraga atrorubra (L.) Greuter & Burdet ssp. grandiflora (Scop.) Soldano & F. Conti (= Scabiosa maritima L.)	I	V	V	I
Sanguisorba minor Scop.	II	III	V	II
Paliurus spinosa (L.) Cass.	I	V	II	III
Dactylis glomerata L. ssp. hispanica (Roth) Nyman	-	V	V	IV
Hyoseris radiata L.	I	-	IV	III
Carlina hispanica Lam. ssp. globosa (Arcang.) Meusel & Kästner	III	II	III	-
Micromeria graeca (L.) Benth. ex Rchb.	-	IV	III	I
Galium lucidum All.	-	II	I	II
Anthyllus vulneraria L. ssp. maura (Beck) Maire.	-	IV	I	-
Lathyrus articulatus L.	-	I	-	II
Lathyrus sylvestris L.	-	II	-	I
Reichardia picroides (L.) Roth	-	I	II	-
Foeniculum vulgare Miller ssp. piperitum (Ucria) Bég.	-	II	-	-
Specie a bassa frequenza	1	2	2	3
Specie degli Stipo-Trachynietea distachyae				
Trachynia distachya (L.) Link [= Brachypodium distachyum (L.) Beauv.]	V	V	III	III
Trifolium angustifolium L. ssp. angustifolium	V	IV	I	I
Linum corymbulosum Rchb.	III	IV	I	-
Anisantha fasciculata (C. Presl) Nevski (= Bromus fasciculatus C. Presl)	II	III	II	-
Sidentris romana L. ssp. romana	III	II	I	-
Hymenocarpus circinnatus (L.) Savi	III	I	-	II
Linum strictum L. ssp. strictum	III	III	-	-
Polygala monspeliaca L.	II	-	I	-
Tripodion tetraphyllum (L.) Fourr. (= Anthyllus tetraphyllum L.)	IV	-	-	-
Crupina crupinastrium (Moris) Vis.	III	-	-	-
Stipa capensis Thumb.	III	-	-	-
Specie del Tuberarietea guttatae				
Trifolium campestre Schreber	V	IV	IV	III
Trifolium stellatum L.	V	III	IV	I
Briza maxima L.	III	-	II	II
Gastridium ventricosum (Gouan) Schinz & Thell.	III	-	III	-
Trifolium scabrum L. ssp. Scabrum	III	-	-	-
Specie a bassa frequenza	1	0	2	0
Specie del Thero-Brometalia				
Dasyrrhynchium villosum (L.) P. Candargy	IV	III	II	II
Lotus orinthopodioides L.	IV	III	I	I

Urospermum datechampii (L.) F. W. Schmidt	II	II	IV	I
Avena barbata Potler ex Link	III	I	III	I
Avena sterilis L.	IV	I	I	I
Lotus edulis L.	III	II	I	I
Anisantha madritensis (L.) Nevski (= Bromus madritensis L.)	V	I	IV	-
Aegilops geniculata Roth	IV	IV	II	-
Medicago polymorpha L.	IV	-	II	II
Medicago orbicularis (L.) Bartal.	II	-	I	I
Catopodium rigidum (L.) C. E. Hubbard	V	-	I	-
Lolium rigidum Gaudin	IV	I	-	-
Bromus hordeaceus L. ssp. hordeaceus	III	-	I	-
Vicia villosa Roth ssp. varia (Host) Corb.	-	-	I	II
Galactites elegans (All.) Soldano	III	-	-	-
Specie del Geranio-Cardaminetalia hirsutae				
Torilis nodosa (L.) Gaertner	-	-	II	V
Geranium purpureum Vill.	-	-	-	V
Theligonum cynocrambe L.	-	-	-	IV
Geranium rotundifolium L.	-	-	-	III
Geranium lucidum L.	-	-	-	II
Specie degli Stellarietea mediae				
Vicia sativa L.	II	II	III	I
Anisantha sterilis (L.) Nevski (= Bromus sterilis L.)	II	I	I	II
Carthamus lanatus L. ssp. Lanatus	III	III	V	-
Carduus pycnocephalus L.	III	I	-	I
Hordeum murinum L. ssp. leporinum (Link) Arcang.	III	-	-	-
Lophochloa cristata (L.) Hyl.	III	-	-	-
Coronilla scorpioides (L.) W. D. J. Koch	II	II	-	-
Scandix pecten-veneris L.	-	-	I	II
Convolvulus arvensis L.	-	II	-	-
Specie a bassa frequenza	1	2	1	5
ALTRE SPECIE				
Fanerofite				
Rhus coriaria L.	-	I	-	-
Camefite				
Ononis natrix L. ssp. ramosissima (Desf.) Batt.	I	III	-	-
Specie a bassa frequenza	0	1	1	0
Geofite				
Carex flacca Schreber ssp. serrulata (Biv.) Greuter	-	I	II	I
Pteridium aquilinum (L.) Kuhn in Kerst.	-	-	-	-
Specie a bassa frequenza	0	0	1	1
Emlirofitofite				
Daucus carota L.	IV	III	V	IV
Crepis leontodontoides All.	IV	III	IV	V
Picris hieracioides L.	IV	III	IV	IV
Agriopsis eupatorioides L.	II	IV	III	III
Hypochoeris laevigata (L.) Ces., Passer. & Gibelli	III	III	I	-
Hordeum bulbosum L.	IV	I	III	II
Eryngium campestre L.	III	II	III	-
Dactylis glomerata L. ssp. glomerata	IV	I	II	I
Hypochoeris cretensis (L.) Bory & Chaub.	III	I	I	III
Foeniculum vulgare Miller ssp. vulgare	I	II	II	-
Carolina gummifera (L.) Less. (= Atractylis gummifera L.)	II	III	II	-
Silene italica (L.) Pers.	-	I	II	IV
Phalaris aquatica L. (= Phalaris bulbosa L.)	-	-	I	IV
Ranunculus bulbosus L. ssp. aleae (Willk.) Rouy et Foucaud	-	I	III	I
Lolium perenne L.	II	IV	III	III
Achilles ligustica All.	-	-	V	I
Hypericum perforatum L.	-	II	III	-
Tolpis virgata (Desf.) Bertol. ssp. virgata	-	-	II	II
Silene vulgaris (Moench) Garcke	-	-	III	I
Rumex thyrsoides Desf.	-	-	-	I
Origanum vulgare L. ssp. viridulum (Martin-Donos) Nyman	-	II	-	I
Cynoglossum creticum Miller	-	-	-	-
Carthamus pinnatus Desf. (= Carduncellus pinnatus (Desf.) DC.)	-	II	-	-
Specie a bassa frequenza	0	6	14	8
Terofite				
Cynosurus echinatus L.	III	II	-	IV
Lathyrus aphaca L.	III	III	II	-
Ononis viscosa L. ssp. breviflora (DC.) Nyman	III	III	I	-
Sherardia arvensis L.	III	I	I	-
Medicago lupulina L.	-	II	I	II
Nigella damascena L.	I	-	II	I
Hippocrepis biflora Spreng. (= Hippocrepis unisiliquosa L.)	II	III	-	-
Tetragonolobus purpureus Moench	II	II	-	-
Lagurus ovatus L.	III	-	I	-
Anagallis arvensis L. ssp. arvensis	II	-	I	I
Gaudentia fragilis (L.) P. Beauv.	I	-	II	-
Medicago murex Willd.	-	-	II	-
Pisum sativum L. ssp. biflorum (Raf.) Soldano	-	-	I	II
Papaver rhoeas L. ssp. rhoeas	II	-	-	I
Gastridium scabrum C. Presl	IV	-	-	-
Torilis arvensis (Hudson) Link	-	-	-	III
Bromus alopecuroides Poirlet	III	-	-	-
Avellinia festucoides (Link) Valdés & H. Scholz [= Trisetaria michelii (Savi) D. Heller]				
Silene colorata Poirlet	III	-	-	-
Vicia hybrida L.	-	-	-	II
Ammi majus L.	II	-	-	-
Vicia villosa Roth ssp. pseudocracca (Bertol.) P. W. Ball	-	-	-	II
Specie a bassa frequenza	1	6	11	7

Tabella 3. Tipologie di vegetazione in rimboschimenti ad *Eucalyptus* spp.
Table 3. Vegetation types in reforestations with *Eucalyptus* spp.
Tableau 3. Types de végétation dans les reboisements avec *Eucalyptus* spp.

SUMMARY

STUDY OF THE VEGETATION IN REFORESTATIONS WITH NON-NATIVE SPECIES OF SICILY

Extensive reforestation activities were undertaken in Sicily from the middle of the XXth century for protective, productive and social purposes using non-native species

with rapid growth and strong woody increase. This reforestation programmes has led, 60 year after planting, to widespread artificial forests that only partially meet their aims. They have a high degree of artificiality and require silvicultural management for their maintenance.

In these artificial forests has been started a geobotanic investigation to assess, through the analysis of vegetation, the structure and the quality of these forests. The analysis was carried out by numerous relevés of vegetation using

the phytosociological method; the vegetation relevés were subjected to multivariate analysis procedures. This investigation allowed to identify different community types from a physiognomic, structural and floristic point of view and to reach at an assessment of the natural potentialities of the different forest phytocoenoses.

This knowledge represents a basis for forestry management that aims at a gradual conversion of the artificial plantations in natural phytocoenoses and in accordance with the potential of vegetation on the site.

RÉSUMÉ

ÉTUDE DE LA VÉGÉTATION DANS LES REBOISEMENTS AVEC DES ESPÈCES NON INDIGÈNES EN SICILIE

D'intenses travaux de reboisement ont été entrepris en Sicile à partir du milieu du XX^e siècle avec des finalités protectives, productives ainsi que sociales en recourant à l'emploi d'espèces non indigènes caractérisées par une croissance rapide et un accroissement du bois très fort. Cette politique forestière a entraîné au cours de soixante années la formation de vastes forêts qui ne répondent que partiellement à leurs objectifs. Elles sont donc très artificielles et ont besoin d'aide pour leur entretien.

Dans ces reboisements on a ouvert une enquête géobotanique au fin d'évaluer leur qualité à travers l'examen de la végétation. L'examen a été effectué par de relevés de la végétation en utilisant de la méthode phytosociologique; les relevés ont été soumis à la statistique multivariée. Cela a permis d'identifier des groupements végétaux très différents au point de vue physiognomique, floristique ainsi que structural très différents parvenant à une évaluation du potentiel de naturalité des forêts.

Les connaissances acquises constituent la condition nécessaire pour des interventions de sylviculture au fin de convertir progressivement les reboisements et les approcher à la végétation naturelle du site

BIBLIOGRAFIA

Bartolo G., Brullo S., Lo Cicero E., Marcenò C., Piccione V., 1978 – *Osservazioni fitosociologiche sulla pineta a "Pinus halepensis" di Vittoria (Sicilia meridionale).*

Archivio Botanico e Biogeografico Italiano, 54(3/4): 137-153.

Bartolo G., Brullo S., Minissale P., Spampinato G., 1985 – *Osservazioni fitosociologiche sulle pinete a Pinus halepensis Miller del bacino del Fiume Tellaro (Sicilia sud-orientale).* Bollettino Accademia Gioenia Scienze Naturali, 18 (325): 255-270. Catania.

Braun-Blanquet J., 1964 – *Pflanzensoziologie*. 3rd ed. Wien-New York: Springer Verlag.

Cavarretta D., Saporito L., 1998 – *Boschi artificiali della Sicilia. Aspetti selvicolturali e problematiche gestionali.* Atti II Congresso Nazionale Selvicoltura, 57-102.

Ciancio O., Corona P., 1995 – *La pianificazione dei sistemi forestali: applicazioni e prospettive.* Quaderni IAED, 2: 22-37.

Corona P., Marchetti M., 2002 – *Impianti forestali e gestione sostenibile.* Quad. IAED, 5: 25-36.

Cullotta S., 2004 – *Diradamenti e rinaturalizzazione delle pinete artificiali mediterranee. Un caso di studio nei monti di Palermo.* Collana Sicilia Foreste, 21: pp. 87. Dipartimento Azienda Regionale Foreste Demaniali, Palermo.

Cullotta S., Pizzurro G.M., Garfi G., La Mantia T., 2003 – *Analisi dei processi di rinaturalizzazione nelle pinete artificiali mediterranee dei monti di Palermo (Sicilia Nord-occidentale).* In: Alberi e Foreste per il Nuovo Millennio. Atti III Congresso Nazionale, 3: 457-466. Bologna: SISEF - Società Italiana di Selvicoltura ed Ecologia Forestale (ITALY).

La Mantia T., Pasta S., 2001 – *La rinaturalizzazione dei rimboschimenti: proposte metodologiche ed ipotesi di intervento nella Riserva Naturale "Grotta di Santa Ninfa".* Naturalista Siciliano, 25: 299-323.

Nocentini S., 1995 – *La rinaturalizzazione dei rimboschimenti. Una prova sperimentale su pino nero e laricio nel comprensorio di Monte Morello (Firenze).* L'Italia Forestale e Montana 50 (4): 425-435.

Podani J., 2001 – *Syn-Tax 2000. Computer programs for data analysis in ecology and systematics.* Budapest: Scientia Publishing.

Saporito L., 2006 – *Problematiche connesse alla utilizzazione forestale in Sicilia di eucalitteti destinati a biomassa ad uso energetico.* Sicilia Foreste, 45/46: 9-15.

Saporito L., 2007 – *Gestione e rinaturalizzazione delle pinete demaniali in Sicilia.* Sicilia Foreste, 49: 15-20.

L'EVOLUZIONE STORICA E GESTIONALE DELLA TENUTA DI CASTELPORZIANO, DA TENUTA REALE DI CACCIA AD AREA NATURALE PROTETTA

(*) *Tenuta Presidenziale di Castelporziano, Roma*

(**) *Dipartimento di Scienze dell'Ambiente Forestale e delle sue Risorse, Università degli Studi della Tuscia, Viterbo*

Nel trascorrere dei secoli il territorio di Castelporziano ha subito continue e profonde trasformazioni passando da latifondo di nobili famiglie a Riserva Reale di Caccia fino all'istituzione dell'attuale Area naturale protetta, come peraltro avvenuto in molte situazioni simili tanto nel contesto nazionale quanto in quello internazionale.

Il crescente degrado del territorio circostante, dovuto essenzialmente alla urbanizzazione, ha accentuato l'importanza dell'unicità di Castelporziano quale insieme di ecosistemi ormai in delicato equilibrio tra loro con un elevato livello di biodiversità in relazione tra l'altro alla ricchezza faunistica, alla complessità dei soprassuoli forestali e all'attualità per gli scambi gassosi con l'atmosfera.

Le mutate situazioni territoriali delle aree limitrofe hanno accentuato numerose problematiche ambientali imponendo nuove metodologie e nuove possibilità d'intervento, richiedendo nel contempo una evoluzione dinamica alle diverse attività di gestione, rendendole più incisive ed attente verso tutti gli aspetti della tutela ambientale compreso la fruizione e l'educazione ambientale in vista anche delle problematiche future sempre più incombenti.

INTRODUZIONE

La Tenuta di Castelporziano presenta aspetti di particolare significato ambientale e forestale di grande interesse per la biodiversità e per gli aspetti paesaggistici.

Ubicata sulla costa tirrenica a pochi chilometri dalla città di Roma, rappresenta uno degli ultimi esempi di bosco igrofilo di pianura di grande complessità ecosistemica e paesaggistica. Si estende fino al mare, ristretta tra le due principali vie di collegamento, la Cristoforo Colombo e la Pontina, per una estensione complessiva di circa 6100 ettari.

La vegetazione forestale è rappresentata in prevalenza da querce caducifoglie (cerro, farnia e farnetto) e sempreverdi (leccio e sughera), a cui si associano popolamenti misti di latifoglie mesofile, dalla pineta di pino domestico e dalla macchia mediterranea.

La vasta copertura boschiva presente nel comprensorio di Castelporziano - Capocotta deve essere considerata la parte residua del grande complesso forestale che occupava, un tempo, tutta la pianura costiera laziale e le aree alluvionali del delta del Tevere. In antichità alle zone boschive erano affiancati pascoli aperti e si trovavano vaste paludi, soprattutto, localizzate nella zona retrodunale. La presenza di falde freatiche ed acque superficiali costituiva l'habitat ideale per le specie mesoigrofile (farnia e farnetto) e per la sosta dell'avifauna acquatica e migratrice.

Attualmente la Tenuta è ricoperta per circa l'80% da boschi; significativa è l'estensione del querceto misto di caducifoglie (40%), della pineta (15%), del bosco misto di querce sempreverdi, lecceta e sughereta (15%), della macchia mediterranea (circa il 10%) e delle zone agrarie e pascolive (10%).

CENNI STORICI

La posizione strategica di Castelporziano ha determinato l'insediamento umano fin dai tempi più remoti. A partire dal periodo imperiale e repubblicano si sviluppano, infatti, importanti nuclei rurali ed altri ad elevata densità.

In epoca romana, quest'area ricadeva nel territorio dell'antica *Laurentum* che Virgilio descriveva rigogliosa prima dello sbarco di Enea. Al suo arrivo, Enea rimase incantato dalle zone boschive fitte ed impenetrabili, estese fino alle vaste zone acquitrinose, ricche di acqua, alle quali si affiancavano vaste radure. Fu luogo di residenza di patrizi e imperatori romani lungo la via Severiana che collegava il porto di Anzio a quello di Ostia.

Durante il medioevo, a causa dell'abbandono del territorio, questi luoghi furono descritti pericolosi per il brigantaggio e la pirateria. Nei secoli successivi l'Abbazia di S. Saba ed altri istituti ecclesiastici furono proprietari di questa area. Per secoli la forma prevalente di gestione del territorio è stata, quindi, l'attività venatoria, lo sfruttamento della macchia e del bosco e le coltivazioni agrarie in piccole superfici.

È solo con la fine del XV secolo che i documenti riguardanti Castelporziano diventano più numerosi e dettagliati. La Tenuta, infatti, ha attraversato lunghi periodi di decadenza, tanto che assegnata nel 1568 dalla Camera Apostolica all'Arciospedale di S. Spirito, gli amministratori di quest'ultimo si affrettarono, dopo appena 6 anni, a liberarsi della proprietà vendendola a tre ricchi acquirenti: Agostino Del Nero, Tomaso Guidacci, Gondisalvo Alvaro.

Inizia così per Castelporziano il lungo dominio della nobile famiglia Del Nero, che doveva protrarsi fino al 1823. Anche per questo periodo, le informazioni sono piuttosto scarse, ma le attività di sfruttamento non si sono dimostrate particolarmente lungimiranti.

Dal Catasto del 1783 si evince che la destinazione prevalentemente boschiva di Castelporziano è stata mantenuta sino alla fine del dominio dei Del Nero. In base alle indicazioni in esso contenute, risulta che degli 3885 ha che comprendevano allora l'estensione dell'area di Castelporziano, ben 2772 ettari erano costituiti da bosco e macchia, mentre i pascoli permanenti coprivano 521 ettari, con un anno di semina e tre di riposo.

L'area annualmente seminata non superava quindi i 148 ettari. Tali proporzioni rimangono sostanzialmente le stesse

se nel successivo Estimo di Pio VII del 1801 e nel Catasto Gregoriano del 1818. Il 20 settembre 1823 la famiglia Del Nero alienava la Tenuta di Castelporziano al duca Vincenzo Grazioli.

I nuovi proprietari sottoposero la gestione di Castelporziano ad un radicale rinnovamento adoperandosi per migliorare ed ampliare non solo la residenza signorile e le sue adiacenze, ma anche l'aspetto paesaggistico.

Castelporziano si avviava così ad assumere quei connotati di "Tenuta di rappresentanza" che ne contraddistinguono l'aspetto. Le aree destinate a coltivazione sono state ampliate, anche in seguito alle prescrizioni orientate in tal senso dalla legislazione pontificia che prevedevano impegnativi lavori di bonifica per il prosciugamento delle paludi. A questo proposito va ricordato che nel 1864 i Grazioli acquistarono le due Tenute confinanti di Trafusa e Trafusina (portando così l'estensione complessiva a 4658 ettari), costituite in massima parte da seminativi e pascoli. Gli interventi di miglioramento interessarono anche la parte forestale.

Risale al 1864, ben due secoli e mezzo dopo l'impianto della pineta nella vicina Castelfusano ad opera della Famiglia Sacchetti, la segnalazione di impianti di giovani pinete a Castelporziano. Si cominciarono a praticare tagli regolari di piante mature, anche se la produzione prevalente rimaneva quella delle fascine e del carbone.

Nel 1872, il Governo Italiano acquistava dai Duchi Grazioli le Tenute di Castelporziano, Trafusa e Trafusina, che venivano assegnate in dotazione alla Corona.

Successivamente, i Savoia acquistavano dai Principi Borghese l'attigua Tenuta di Capocotta (per complessivi 1060 ha) e affittavano dai Principi Chigi le Tenute di Campo Bufaloro (439 ha) e di Castelfusano (2236 ha). Veniva così a costituirsi un unico tenimento in un solo corpo esteso per oltre 8500 ettari, che era amministrato, indipendentemente dal titolo di possesso, dal Ministero della Real Casa.

Per quanto riguarda il governo dei boschi, si deve supporre che si sia gradatamente introdotto un più regolare avvicendamento delle sezioni sottoposte al taglio. Alla pur sempre prevalente produzione di fascine da ardere e di carbone, si aggiunge quella di legname e di strobili di pino. I rimboschimenti hanno riguardato soprattutto l'impianto di nuove pinete che, aggiungendosi al piccolo nucleo iniziale creato dai Grazioli, raggiungevano negli anni '40 una estensione di 260 ettari.

Dopo il secondo conflitto mondiale, quando nel 1948, sopravvenuta l'istituzione della Repubblica, la Tenuta venne assegnata al Capo dello Stato, si presentava in condizioni desolanti a causa delle devastazioni della guerra e della permanenza delle numerose truppe che lì si erano accampate. Le condizioni del patrimonio forestale erano disastrose in seguito agli abbattimenti incontrollati ed agli ingentissimi danni provocati dagli incendi, cui si deve la distruzione di oltre 850 ettari di bosco. La coltura agraria era ridotta a soli 60 ettari e praticata in forma largamente estensiva con frequenti turni di riposo.

ATTIVITÀ DI GESTIONE

Il primo piano di interventi dopo la guerra (1949-1954) dimostra l'esistenza di una pianificazione nella gestione e

punta al superamento dello stato di precarietà e di emergenza ed all'impostazione di alcuni indirizzi di largo respiro.

Sono state ripulite le sezioni boschive che erano state investite da incendi e regolarizzati i turni di taglio. Vengono impiantati 130 ettari di nuove pinete che si aggiungono ai 260 ettari già esistenti.

Di grande importanza è l'allargamento della rete di viali e la creazione "ex novo" di altri tracciati, fino a costituire un valido sistema di viabilità e di difesa contro gli incendi.

Per il resto, l'utilizzazione prevalente, come quantità e introito, resta quella della produzione di fascine da forno, che supera in alcuni anni le 400.000 unità, mentre viene progressivamente a cessare l'altra tradizionale produzione, quella del carbone.

Già agli inizi del 900, per volontà del Re, le utilizzazioni erano volte al miglioramento della struttura dei boschi cedui e all'avviamento verso un bosco d'alto fusto.

Nei piani di assestamento 1966-1977 e 1978-1987, la gestione viene ad orientarsi verso finalità di protezione ambientale e tutela del paesaggio. Nel corso dell'ultimo trentennio viene attuato un consistente piano di rimboschimenti: sono stati impiantati oltre 230 ha di nuove pinete e oltre 200 ha di sugherete, consociate ad altre specie quercine ed al pino domestico e sono state effettuate utilizzazioni delle specie a rapido accrescimento. Si rarefanno anche i tagli di ceduzione, mentre viene a cessare completamente, per la scomparsa della domanda commerciale, quella che ancora a metà degli anni '50 rappresentava la maggiore componente delle lavorazioni boschive: le fascine da forno. Tra i prodotti forestali commercializzati rientrano: tronchi, traversine ferroviarie, paleria, fascine, carbone, ciocchi di erica, sughero e pinoli. Il pascolamento libero dei bovini maremmani viene razionalizzato con l'introduzione di aree recintate destinate esclusivamente all'agricoltura ed al pascolo. Tali aree, precluse alla fauna selvatica, hanno permesso la rimozione dell'impatto del pascolamento domestico brado allora consentito in tutto il territorio della Tenuta, garantendo contestualmente il mantenimento di una consistente fonte di reddito.

Nel 1976, viene introdotto il silenzio venatorio, vengono abolite le "cacciate" agli ungulati ed ai volatili e viene istituita una grande oasi di rifugio per gli animali.

Il Presidente Pertini, sensibile alle richieste delle Associazioni Ambientaliste impegnate nella salvaguardia del patrimonio naturalistico di Capocotta, negli ultimi anni del suo settennato, dispose con legge di esproprio il conferimento alla dotazione immobiliare del Presidente della Repubblica della Tenuta di Capocotta, ad integrazione della adiacente Tenuta di Castelporziano.

Nel piano 1988-1997, il rispetto per la difesa dell'ambiente è riscontrabile anche nei criteri di gestione delle attività agricole e della fauna selvatica. Le coltivazioni agrarie vengono concentrate in due aree recintate, per circa 530 ha, mentre per quanto riguarda la gestione della fauna selvatica vengono adottati sistemi di controllo basati su censimenti annuali.

A partire dagli anni '80, gli indirizzi di gestione puntano in maniera sempre più decisa alla conservazione del patrimonio ambientale per incrementare il livello di biodiversità. La gestione del patrimonio forestale in senso stretto è stata integrata con una serie di approfondimenti riguardanti in particolare le altre componenti botaniche e la loro evolu-

zione, l'interazione della fauna selvatica ed ogni altra componente biotica, gli aspetti paesaggistici e quelli storico archeologici. Tale complessa articolazione ha comportato un grande lavoro di ricerca, di acquisizione dati e di Monitoraggio Ambientale per individuare e definire le zone ecologicamente omogenee e indicarne i parametri gestionali. Le coltivazioni agricole, di carattere esclusivamente estivo, vengono limitate al fine di ridurre l'impatto ambientale e condotte secondo criteri di sostenibilità biologica.

Il valore ambientale della Tenuta di Castelporziano, unico compatto polmone verde in un territorio densamente antropizzato ed urbanizzato, ha assunto una tale rilevanza che nel corso degli ultimi anni si sono progressivamente intensificate le misure di salvaguardia e tutela. Dal punto di vista giuridico il territorio è sottoposto, al vincolo sulle bellezze naturali e paesaggistiche ed al vincolo forestale e in questa prospettiva, è stata istituita la Riserva Naturale Statale "Tenuta di Castelporziano" nel 1996. Il passaggio da Riserva di Caccia ad Area naturale protetta ha comportato un deciso adeguamento delle attività gestionali che fino a quel momento erano state volte esclusivamente alla fruizione venatoria della Tenuta e a massimizzare gli introiti provenienti dalle attività agricole, dagli allevamenti e dalle attività colturali.

ASPETTI AMBIENTALI

All'interno di Castelporziano, passando dalla linea di costa verso l'interno, si possono distinguere 5 unità geomorfologiche principali: la spiaggia sabbiosa attuale, le dune litoranee recenti (Olocene), la duna antica o continentale (post Tirreniano), i terreni di origine vulcanica (Pleistocene) e i terreni di origine alluvionale (Olocene). Nel complesso, dal punto di vista pedologico è interessata da substrati geologici diversi (sabbie quarzose, depositi piroclastici, argille e limi).

I suoli, nelle zone sottoposte ad erosione eolica e marina, sono costituiti da regosuoli (dune recenti), suoli liscivati e liscivati a pseudogley (duna antica) e suoli bruni liscivati (piroclastici) e il pH varia da 4,5 a 7,5 ed in genere il contenuto di carbonati è scarso (Gisotti e Collamarini, 1982).

Lo spessore dei suoli supera i 250-300 cm e la tessitura non consente elevate capacità idriche anche se gli apparati radicali possono raggiungere discrete profondità. Ciò consente la sopravvivenza delle specie mesofile, nonostante l'approvvigionamento idrico sia limitato.

Le specie più esigenti (farnia e farnetto) sono invece condizionate dalla presenza di falde affioranti, i così detti "piscinali", aree di bosco periodicamente allagate.

La morfologia è sub-pianeggiante nella parte verso il mare e leggermente ondulata in quella interna. Caratteristiche sono le piscine, stagni di limitate dimensioni che occupano gli avvallamenti interdunali e che conservano l'acqua fino la stagione estiva.

Le precipitazioni, concentrate tra novembre e marzo, raggiungono quasi i 750 mm, mentre l'umidità atmosferica (in media circa 77%) risulta abbastanza elevata anche nel periodo estivo con un'escursione mensile piuttosto contenuta.

La prolungata ed intensa siccità estiva ed il freddo moderato durante il periodo invernale giustificano in pieno la presenza di specie mediterranee, mentre le specie caducifoglie risultano legate alle caratteristiche edafiche locali.

L'area di Castelporziano rientra nella zona fitoclimatica di Pavari del *Lauretum*, sottozona media di tipo a siccità estiva e geograficamente per le estese paludi, rientrava nella marea laziale fra la marea toscana e le vaste aree palustri dell'Agro Pontino.

LA BIODIVERSITÀ AMBIENTALE

Il bacino del mediterraneo è riconosciuto come un centro di elevata biodiversità, a cui si contrappone una notevolissima perdita di ambienti naturali, trattandosi di una delle zone più densamente popolate dall'uomo da molti secoli.

Pertanto, l'area di Castelporziano costituisce senza dubbio una delle più importanti riserve di biodiversità dell'area tirrenica ed è inclusa per questo tra le "Zone di protezione speciale" (direttiva 79/409/CEE del Consiglio d'Europa; codice Natura 2000 IT6030084) e i tra i "Siti di Interesse Comunitario" (direttiva 92/43/CEE del Consiglio d'Europa; codici Natura 2000 T6030027 e IT6030028).

Sin dalla fine dell'Ottocento (Terracciano, 1885; Carruccio, 1891; Grampini, 1892; Falconieri di Carpegna, 1893; Chiovenda, 1897; Giglioli e Hillyer, 1907; Chigi, 1931 e 1933; Castellani, 1936; ecc.), è un laboratorio all'aperto, dove sono stati svolti numerosi studi da parte di ricercatori e universitari.

La Checklist di Castelporziano (Fanfani *et al.*, 2006) documenta una eccezionale varietà e ricchezza di flora e fauna. L'insieme dei dati raccolti evidenzia la notevole importanza dell'area di Castelporziano per la tutela della biodiversità, come testimoniato dalla presenza totale di ben 5037 specie su circa 6100 ha. Sono state censite 1276 specie vegetali delle quali i licheni sono presenti con ben 229 specie (4,51%), le piante rappresentano il 20,72% della biodiversità totale, con 37 specie arboree e circa 27 specie arbustive, 889 specie erbacee e 94 specie di muschi.

Gli animali raggiungono un totale di 2654 specie e comprendono ben 2380 specie di Insetti (81,56% della fauna); 234 specie di Uccelli stanziali e migratori e 40 specie di mammiferi.

LA GESTIONE FAUNISTICA

Le popolazioni animali che possono incidere più significativamente nei rapporti di gestione con il bosco sono gli ungulati: il cinghiale, che appartiene ad uno degli ultimi nuclei di ecotipo maremmano, il cervo, il daino e il capriolo della sottospecie italiana.

Nella Riserva Naturale di Castelporziano non si pratica da tempo l'attività venatoria, pertanto, ogni anno vengono effettuati i censimenti degli ungulati per indicare il numero di soggetti, divisi per classe d'età, che devono essere prelevati.

Non essendo presenti i normali predatori delle popolazioni di ungulati selvatici è necessario praticare dei prelievi, in modo da regolare ogni anno, la consistenza delle popolazioni, mantenendo la densità prossima ai valori di sostenibilità per il bosco. Si tenta così di evitare i danni che l'eccessivo carico faunistico può arrecare quando le disponibilità alimentari fornite dal bosco risultano insufficienti.

Sono state censite 234 specie di uccelli, di cui 52 nidificanti. È nota l'importanza di questo biotopo per la rotta dell'avifauna migratrice tra l'Europa centrosettentrionale e

l'Africa e per la nidificazione di specie di interesse internazionale, tra cui, ad esempio il fratino (*Charadrius alexandrinus*) nidificante e il nibbio bruno (*Milvus migrans*) che forma la colonia più numerosa del centro Italia. Tra le specie indicatrici di equilibri di carattere forestale indichiamo: i picidi, il colombaccio e la beccaccia.

LA RINATURALIZZAZIONE DEL TERRITORIO: UN ESEMPIO DI INTERVENTO NELL'AREA DI CAPOCOTTA

L'area di Capocotta, accorpata alla Tenuta di Castelporziano nel 1985, occupa una superficie complessiva di circa 1100 ha di boschi che erano utilizzati per l'attività venatoria, per la produzione di legna, di carbone e di fascine.

Negli anni '60, è stata oggetto di una sensibile trasformazione a causa di un progetto di lottizzazione che non è stato portato a termine, il quale prevedeva l'edificazione in questo territorio ad elevato valore ambientale. Sono stati eliminati circa 25 km di strade asfaltate, gli impianti di illuminazione lungo la viabilità e l'approvvigionamento idrico per i lotti. È stato potenziato il sistema antincendio e l'organizzazione territoriale per consentire una più incisiva vigilanza e prevenzione dagli incendi boschivi.

Fortunatamente, l'esproprio delle aree lottizzate ha consentito la salvaguardia di questo patrimonio ambientale. In questo modo, è stato possibile salvare le formazioni forestali di grande pregio costituite dalla lecceta, dai querceti a foglia caduca, dalle pinete e dalle latifoglie miste che costituiscono resti della vegetazione planiziale della costa laziale.

PROBLEMATICHE TERRITORIALI

Uno dei problemi più gravi e diffuso è l'urbanizzazione del territorio circostante. I recenti progetti di insediamento esterno, tendono a isolare l'area di Castelporziano, e possono avere ripercussioni sulla biodiversità, a causa della mancanza di reti ecologiche con le altre zone rilevanti dal punto di vista ambientale. Ampie aree limitrofe un tempo adibite al pascolo, sono state urbanizzate negli ultimi anni, ospitando centinaia di migliaia di nuovi residenti.

Inoltre, la presenza di due aeroporti, quello internazionale di Fiumicino e quello di Pratica di Mare, contribuisce al congestionamento urbanistico ed al traffico veicolare ed aumenta i livelli di inquinamento atmosferico. Un altro dei fattori ambientali compromessi è sicuramente l'abbassamento della falda e la conseguente intrusione marina.

I dati piezometrici raccolti negli ultimi anni indicano un progressivo calo dei livelli di falda in particolare nel settore centrale dell'area costiera ed è probabile che, oltre alle sfavorevoli condizioni meteorologiche degli ultimi anni, vi sia una influenza negativa determinata dalle eccessive e diffuse captazioni degli insediamenti urbanistici circostanti.

In conseguenza, il processo di intrusione marina ha provocato un progressivo aumento della salinità nelle acque di falda con gravi ripercussioni sulle specie vegetali, i cui apparati radicali entrano in contatto diretto con le acque sotterranee, e sulla sopravvivenza delle popolazioni faunistiche.

Molti altri aspetti sono stati oggetto di studi e ricerche, oltre l'inquinamento atmosferico e quello da aerosol marino, sono stati affrontati con metodiche innovative, gli scambi gassosi con l'atmosfera, l'erosione del suolo e i processi di desertificazione, la distribuzione della vegetazione e lo stress

di alcune specie botaniche, gli equilibri faunistici e le interrelazioni antropiche con le aree circostanti.

Un'approfondita indagine è stata svolta sulla rinnovazione naturale del bosco per valutare la perpetuazione del complesso forestale di Castelporziano e la pressione degli ungulati che, troppo numerosi per densità, provocano un impatto diffuso e persistente.

I recenti studi confermano una forte pressione sulle querce che appaiono le più appetite a differenza di altre latifoglie e su alcune specie della macchia quali, per esempio, la fillirea, il rovo, il pungitopo meno aromatiche rispetto al lentisco e al mirto. I recenti studi sul capriolo confermano un forte impatto con le specie quercine che appaiono le più appetite, a differenza delle altre latifoglie come l'acero, il lentisco e il corbezzolo. Per limitare i danni della fauna nei boschi della Tenuta è opportuno conoscere gli habitat preferenziali di ciascuna specie e, ipotizzare i più adeguati interventi colturali. La distribuzione delle tagliate sul territorio è stata prevista dal Piano di gestione in maniera da evitare una concentrazione eccessiva di animali sulla stessa tagliata.

In sintesi, la capacità di rinnovazione naturale, soprattutto delle querce caducifoglie (cerro, farnia e farnetto), risulta scarsa o, spesso, addirittura assente e la progressiva scomparsa del vetusto querceto priverebbe l'ambiente della così preziosa componente boschiva.

Tale mancanza è provocata da numerose cause, in particolare lo stress idrico dovuto all'abbassamento della falda e alla bonifica agraria dell'inizio del secolo e la scarsa luminosità del sottobosco (Giordano 1996, Dowgiallo 1997, Manes *et al.* 1997, De Lillis *et al.* 1997)

CONCLUSIONI

La storia di Castelporziano rappresenta emblematicamente ciò che è avvenuto in molti altri ambienti naturali i quali hanno subito gli stessi processi storici e le stesse tipologie di trasformazione antropica.

Un tempo zone impenetrabili ed invivibili per l'uomo, aree idonee solo per la caccia, sono state poi oggetto di bonifica e di pesanti trasformazioni ambientali.

Spesso possedimenti di ricche famiglie nobiliari, sono arrivati fino ai nostri giorni, ancora interessanti per la ricchezza degli ecosistemi e la complessità ambientale.

Da riserve di caccia e fonte di approvvigionamento di legna ed in parte di derrate alimentari, sono ora spesso annoverate fra le Aree Protette perché raccolgono quanto rimane della biodiversità del nostro territorio.

In Italia citiamo solo alcuni esempi: il Parco Naturale di Stupinigi (circa 1700 ha), a 10 km da Torino dimora di caccia dei Savoia, la Tenuta di S. Rossore (circa 5000 ha), gestita dai Savoia e ora facente parte del Parco Naturale di Migliarino-S. Rossore-Massaciuccoli, il Parco naturale regionale dei Boschi di Carrega (circa 1270 ha) vicino Parma, antica riserva di caccia dei Farnese, poi dei Borboni e di Maria Luigia d'Austria ed infine dei principi di Carrega, il Bosco di S. Silvestro vicino Caserta, un tempo della Famiglia Reale dei Borboni ora Oasi del WWF, l'Oasi di Bolgheri in Toscana del Marchese Incisa della Rocchetta, il Parco Naturale della Maremma (circa 5000 ha) che racchiude vaste paludi e la pineta impiantata dalla nobile famiglia toscana dei Lorena, la Riserva naturale Cratere degli Astroni, nell'area vulcanica

del Vesuvio, già riserva reale di caccia sotto Alfonso I d'Aragona, fu poi donata ai Gesuiti e di nuovo Tenuta di Caccia Reale con Carlo III di Borbone, l'Oasi di Palo Laziale della Famiglia Odescalchi, etc.

All'estero praticamente le stesse problematiche si possono rileggere nella foresta di Versailles presso Parigi, un tempo Tenuta Reale di caccia e luogo di villeggiatura del Re Sole, nel Parco dei Cervi Dyrehaven (circa 1200 ha) a 10 km da Copenaghen già riserva reale di Cristiano V e ora Parco naturale, nella foresta di Sherwood nell'interland londinese, etc.

Grandi superfici boscate gestite soprattutto per l'attività venatoria ora oggetto di tutela per la ricchezza biologica.

Le aree vicino alle grandi metropoli spesso soffrono delle stesse problematiche quali, i cambiamenti climatici, l'inquinamento provocato dal traffico veicolare della vicina città, l'inquinamento atmosferico delle grandi strutture aeroportuali limitrofe, la difficoltà di rinnovazione naturale, l'incremento della pressione faunistica provocata dalla cessata attività venatoria e per quelle prossime alla costa l'abbassamento della falda, l'intrusione della salinità e l'inquinamento da aerosol marino.

Le bonifiche in tempi storici, le trasformazioni territoriali per le residenze dei nobili e più recentemente la crescente necessità di ambienti salubri e di verde mettono in evidenza diverse forme di fruizione da parte dell'uomo che ha voluto in molti casi istituire Aree Naturali per la loro protezione e salvaguardia.

Le numerose problematiche ambientali che sono emerse negli ultimi decenni impongono un accurato impegno scientifico di monitoraggio ambientale e risulta evidente l'esigenza dello scambio di metodologie a livello nazionale ed internazionale che permetta di confrontare scelte comuni di gestione e di fruizione.

BIBLIOGRAFIA

- Biondi F.A., Dowgiallo G., Gisotti G., Tinelli A., Figliolia A., Scarascia Mugnozza G., 2001 - *Memoria illustrativa della carta dei suoli della Tenuta di Castelporziano*. In: Il Sistema Ambientale della Tenuta Presidenziale di Castelporziano. I Serie. Acc. Naz. delle Sc. detta dei XL. Supplemento al volume "Scritti e documenti" XXVI Roma: 3-38 pp.
- Dowgiallo G., Biondi F.A., Di Dio C., 1997 - *Studio pedologico di suoli di duna antica e duna recente nella Tenuta Presidenziale di Castelporziano*. In: Progetto di monitoraggio Ambientale della Tenuta Presidenziale di Castelporziano (SITAC). Rapporto 1997. 166-172 pp.
- De Lillis M., Costanzo L., Tinelli A., 1997 - *Valutazione delle conseguenze dell'impatto antropico sulla vegetazione ed indicazioni per il ripristino degli ambienti dunali*. In: Progetto di monitoraggio ambientale della Tenuta Presidenziale di Castelporziano. Creazione di un Sistema Informativo Territoriale Ambientale di Castelporziano (SITAC); 364-370 pp.
- Fanfani A., Nardi G., Folletto A., Tinelli A., 2006 - *Elenco (checklist) degli organismi segnalati nella Tenuta Presidenziale di Castelporziano*. In: Il Sistema Ambientale della Tenuta Presidenziale di Castelporziano. II Serie. Acc. Naz. delle Sc. detta dei XL. "Scritti e documenti" XXXVII Roma: 1607-1846.
- Giordano E., Capitoni B., Eberle A., Maffei L., Musicanti A., Recanatesi F., 2006 - *Proposta per il Piano di Gestione forestale della Tenuta Presidenziale di Castelporziano*. In: Il Sistema Ambientale della Tenuta Presidenziale di Castelporziano. II Serie. Acc. Naz. delle Sc. detta dei XL. "Scritti e documenti" XXXVII Roma: 1301-1529.
- Giordano E., Tinelli A., Macuz A., Scarascia Mugnozza G., 1996 - *Effetti dei fattori ambientali sulla rinnovazione naturale dei querceti caducifogli*. In: Progetto di Monitoraggio Ambientale della Tenuta Presidenziale di Castelporziano, III seminario. 14/6/1996. Raccolta delle relazioni.
- Gisotti G., Collamarini D., 1982 - *Suolo e vegetazione nella Tenuta di Castelporziano*. Genio Rurale n. 9: 35-56.
- Il Sistema Ambientale della Tenuta Presidenziale di Castelporziano*. I Serie. Acc. Naz. delle Sc. detta dei XL. - 2001 - Roma.
- Il Sistema Ambientale della Tenuta Presidenziale di Castelporziano*. II Serie. Acc. Naz. delle Sc. detta dei XL. - 2006 - Roma.
- Manes F., Seufert G., Vitale M., 1997 - *Ecophysiological studies of Mediterranean plant species at the Castelporziano Estate*. Atmospheric Environment Vol. 31, pp. 51SI-60SI. ISSN: 1352-2310.
- Ministero Agricoltura e Foreste, 1977 - *Piano degli interventi per la ristrutturazione e la salvaguardia dell'ambiente naturale del tenimento di Castelporziano*. Roma.
- Tenuta di Castelporziano - *Piano economico dei beni silvopastorali decennio 1966-1975*. Segretariato generale della Presidenza della Repubblica.
- Tenuta di Castelporziano - *Studio del Piano economico dei boschi e dei pascoli decennio 1978-1987*. Segretariato generale della Presidenza della Repubblica.
- Tenuta di Castelporziano - *Relazione sul piano di gestione per il decennio 1988-1997*. Segretariato generale della Presidenza della Repubblica.

MONITORAGGIO, GESTIONE, SELVICOLTURA

(*) C.R.A. Centro di ricerca per la selvicoltura, Arezzo

Sulla rete nazionale CONECOFOR di livello II si sviluppa, dal 1995, il monitoraggio intensivo delle foreste secondo un protocollo pan-europeo. Gli indici di diversità specifico-strutturale e di accrescimento dei casi di studio e tipologie rappresentati, evidenziano caratteri e dinamiche collegati alla stazione, all'origine del bosco, ma determinati anche dalla gestione e dalla selvicoltura applicate. Obiettivo del lavoro è discutere, sulla base di questi dati, i criteri culturali e di gestione applicati e proponibili. Il quadro corrente mostra livelli di diversità specifico/strutturale e accrescimento differenziati, risultato di forme diverse di trattamento applicate a tutto il ciclo di coltivazione, o interrotte in una fase più o meno recente, e di dinamiche di post-coltura. Lo slittamento delle età medie, il tempo di permanenza superiore, i canoni più flessibili dei parametri della produzione, sono i principali caratteri evidenziati. Convivono forme di coltura e post-coltura e tutte le opzioni - produzione, protezione, conservazione, ricostituzione - sono rappresentate. Nella regolazione forestale, il concetto di "multifunzionalità" supera tuttavia l'esplicitazione della "funzione localmente prevalente"; ciò rende meno praticabile un approccio più coerente e mirato su superfici diverse della stessa foresta. Ambienti e parametri del bosco molto variabili, richiedono infatti forme di coltivazione differenziate, capaci di realizzare la multifunzionalità attesa alla scala superiore. La necessità di corrispondere in modo sempre più aderente a specifiche funzioni del bosco e l'evidenza dei cambiamenti in atto, suggeriscono la sperimentazione di pratiche di gestione adattativa e di una selvicoltura "pro-attiva".

Parole chiave: monitoraggio, gestione, selvicoltura, multifunzionalità, funzione prevalente.

Key words: forest monitoring, management, silviculture, multiple functions, prevailing function.

Mots clés: monitorage, gestion, silviculture, multifonctionnalité, fonction prédominante.

1. PREMESSA

Il programma pan-europeo di monitoraggio intensivo degli ecosistemi forestali di livello II, attivo dal 1995, ha prodotto una rilevante serie di dati, aggiornati all'attualità, sullo stato dei comparti fisico-chimico e biologico dei sistemi sotto osservazione e sulla direzione, entità e cause possibili di cambiamento. Il programma italiano, CONTROLLO degli ECOSISTEMI FORESTALI (CONECOFOR), è gestito dal Corpo Forestale dello Stato che svolge il ruolo di National Focal Center. Partecipano al gruppo di ricerca dipartimenti di varie università, istituti CNR e centri CRA. I risultati dell'analisi integrata svolta ad oggi sono stati raccolti e pubblicati negli Annali dell'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura (2000, 2003, 2006), in *Journal of Limnology* (2002), negli Annali del Centro di ricerca per la Selvicoltura (2008).

Il disegno preferenziale applicato alla rete di livello II, selezione di tipologie rappresentative e ubicazione dei siti in aree di vegetazione massale delle specie, identifica la rete come formata da una serie di casi di studio. La loro presenza sull'intero territorio nazionale e secondo il gradiente geografico (fig. 1), permette di descrivere situazioni diffuse. Tra i parametri misurati, sono la diversità arborea specifica e strutturale e l'accrescimento radiale, qui inteso come indice dello stato biologico e variabile esplicativa e di risposta (Dobbertin, 2005). I dati raccolti evidenziano caratteri e dinamiche collegati all'origine del bosco e alla stazione, ma determinati anche dalla gestione e selvicoltura applicate.

Obiettivo di questo contributo è di utilizzare alcuni indici di sintesi per descrivere, dopo dieci anni di

monitoraggio e tre inventari, ricchezza specifica, struttura, andamento incrementale nei 20 siti iniziali (dei 31 attuali), e di evidenziare i caratteri del soprassuolo direttamente correlabili alla gestione colturale del bosco. Su questa base, produrre poi alcune riflessioni su: (i) gli indirizzi di gestione applicati; (ii) la selvicoltura reale; (iii) l'utilità di formalizzare una funzione localmente prevalente per impostare soluzioni colturali adeguate; (iv) il possibile sviluppo di tecniche di natura adattativa per meglio corrispondere alle specifiche funzioni individuate e fronteggiare anche i cambiamenti ambientali in corso.

2. MATERIALI

Le 20 aree presenti al primo inventario (tab. 1-2) sono raggruppabili in quattro tipologie: (i) i boschi alpini di abete rosso secondo un gradiente est-ovest (Friuli-Val d'Aosta); (ii) le faggete, dal Cansiglio alla Calabria; (iii) i cedui in evoluzione naturale di querce decidue, sempreverdi e faggio (area prealpino-padana, appenninica e insulare); (iv) i cedui in avviamento (medesime specie e distribuzione geografica). Ciascun tipo è rappresentato da 5 a 6 casi di studio.

3. METODI

I metodi di rilievo, elaborazione, calcolo e analisi dei diversi indicatori dendrometrici, di diversità specifico/strutturale e accrescimento, sono illustrati in dettaglio in Fabbio e Amorini (2000 e 2002), Cutini (2002), Manetti (2002), Fabbio *et al.* (2006 e 2008), Ferretti *et al.* (2008). Si utilizzano qui come descrittori di

sintesi l'indice di Shannon applicato ai tre piani principali: superiore-dominante, intermedio, inferiore-dominato (diversità specifica); l'indice di Pretzsch (diversità specifico-strutturale verticale); l'incremento annuale percentuale di area basimetrica (accrescimento).

4. RISULTATI

4.1 Diversità specifica

Questo tipo di diversità, (fig. 2), segue andamenti differenziati per ambiente di crescita secondo stazione, specie prevalente, origine e struttura del soprassuolo, selvicoltura applicata. Dinamica e tempo di permanenza dei valori di diversità sono così interpretabili in rapporto ai descrittori del bosco. Negli strati superiore e intermedio, i valori più elevati si registrano nelle strutture disetanee (LOM1) e irregolari (VAL1-solo piano superiore) di pecceta alpina e in alcuni cedui di querce caducifoglie (FRI1, EMI1) e sempreverdi (TOS1). Nel piano inferiore, i casi si estendono a una fustaia (PUG1) e a un ceduo (PIE1) di faggio, ad ulteriori soprassuoli cedui a prevalenza di cerro (MAR1, UMB1) e di leccio (SAR1).

4.2 Diversità specifico-strutturale

La determinazione combinata della diversità specifica e strutturale in un indice unico che somma i due caratteri (fig. 3), evidenzia ancora la sua consistenza in siti a prevalenza di abete rosso, dove alla struttura disetanea (LOM1) si accompagna un numero elevato di specie (9) e dove la struttura irregolare (VAL1) conferisce diversità nonostante la presenza specifica limitata (2). Seguono, un sito di faggeta meridionale (PUG1) per il numero di specie accessorie (6) cui si associa l'articolazione della specie principale per la densità colma; alcuni soprassuoli di origine cedua a prevalenza di querce caducifoglie (MAR1, EMI1, FRI1) e di leccio (SAR1, TOS1). In questi siti, un numero variabile di specie (5-13) contribuisce, insieme alla articolazione verticale, alla definizione del valore complessivo di diversità. In altri casi (faggete), valori intermedi dell'indice sono prodotti esclusivamente dalla densità e quindi dalla stratificazione della specie principale (ABR1, CAL1). Valori simili ai precedenti, ma con numeri di specie anche elevati e spesso prevalenti nello strato dominato (2-8), sono associati ad altri cedui (EMI2, PIE1, BAS1, UMB1). I valori minimi misurati sono caratteristici di siti di faggeta, monoplani e monospecifici (CAM1, VEN1).

4.3 Accrescimento e descrittori associati

L'accrescimento radiale annuale, espresso in valore percentuale di area basimetrica, è stato calcolato per l'intero periodo di osservazione (8 anni) e per ciascuno dei due intervalli definiti dai tre inventari realizzati (3 e 5 anni, rispettivamente) (fig. 4).

Periodo di misura (1997-2004):

- Faggete. I siti, di età (75-130) e quota (800-1500) variabili e classe di fertilità simile (buona-ottima), presentano una escursione incrementale ridotta (0,9-1,7%). Associati a questi caratteri, sono densità e dendrotipi molto diversi (storia colturale) e la tendenza comune a formare soprassuoli monoplani.
- Peccete. I valori sono simili o maggiori (1,1-2,7%) che

nella tipologia precedente; il *range* è quindi superiore. I siti comprendono età (75-200) e quote (800-1800) più differenziate; le strutture rappresentate sono molto variabili (coetanee, su due classi di età, disetanee, irregolari) in funzione della selvicoltura applicata.

- Cedui in evoluzione naturale. Valori elevati e compresi in un *range* ridotto (2,5-3,1%) sono associati ai soprassuoli di faggio e di querce decidue (prevalentemente cerro); valori molto inferiori (1,4-1,9%) a quelli a prevalenza di leccio. Le età sono simili e comprese tra 35 e 50 anni.

- Cedui in avviamento ad altofusto. Valori ridotti (1,0-2,0%) se confrontati con i soprassuoli della stessa origine e mai diradati, sono registrati per questa tipologia. Unica eccezione è il sito FRI1, collocato in pianura su un suolo a contenuto idrico permanente. La mancata realizzazione dei periodici diradamenti associati al ciclo colturale di avviamento, sembra essere origine del ridotto accrescimento misurato.

Un incremento annuale minore a livello *plot* è registrato in 12 dei 22 siti nel secondo (2000-04), rispetto al primo periodo (1997-99). Se il dato si associa alla sola componente superiore-dominante, si evidenzia una riduzione maggiore del 20% in 8 siti (ABR1, FRI1, FRI2, LAZ1, MAR1, PIE1, UMB1, VEN1) e compresa tra il 10 e il 20% in ulteriori 3 (CAM1, EMI1, LOM2). La diminuzione più sensibile si concentra nell'area centro-settentrionale, su tipologie di faggio e querce e in siti di bassa quota.

Il livello generale di mortalità naturale è elevato nei piani inferiore ed intermedio, occasionale e legato ad episodi specifici in quello superiore. Data la densità colma prevalente, l'ipotesi dell'auto-diradamento per competizione sembra applicabile alla maggior parte dei casi esaminati.

5. DISCUSSIONE

5.1 Il quadro dai dati

I casi esaminati evidenziano caratteri comuni e differenze nelle e tra le tipologie.

- Faggete. Le strutture descritte sono coetanee, molto variabili per densità e dendrotipi, originate dalla selvicoltura che ha localmente modellato il bosco, tagli a scelta e varianti diverse dei tagli successivi. Usi multipli trascorsi, legna da ardere e pascolo, ancora connotano alcune strutture centro-meridionali. I soprassuoli presentano una copertura piena ma strutture diametriche molto differenziate; si conferma la plasticità della specie, tendente a ricomporre la struttura preferenziale anche successivamente a forme di selvicoltura diverse. Le età e le densità osservate indicano uno slittamento del tempo di permanenza di alcuni soprassuoli e una minore regolarità dei diradamenti. La diversità specifica appare soprattutto collegata alla stazione.

- Peccete. La stazione contribuisce, di norma, la composizione specifica accessoria; tale diversità può essere anche artificiale, creata attraverso la coltivazione. Le forme di selvicoltura applicate hanno mantenuto diversità specifica e strutturale anche in un contesto di produzione. La diversità, la presenza continua di copertura e rinnovazione naturale nei soprassuoli

disetanei e irregolari, le età diverse, producono un quadro composito attraverso la regione alpina.

– Cedui in evoluzione naturale. La diversità specifica nei querceti sia caducifogli che sempreverdi, spesso la più elevata tra le tipologie osservate, è riconducibile al disturbo recente della ceduzione. Monitoraggi di lungo periodo (Amorini *et al.*, 2006; Fabbio e Amorini, 2006), dimostrano come insediamento, sviluppo e successione di specie diverse, si evolvano in modo molto dinamico secondo il tempo trascorso dall'ultima utilizzazione e la variazione delle condizioni ecologiche interne. La dinamica positiva di questi soprassuoli è evidenziata dal ritmo di accrescimento della componente dominante che riassume completamente, fino alle età osservate, la forte mortalità naturale.

– Cedui in avviamento ad alto fusto. Il denominatore comune dei casi osservati è l'interruzione precoce del ciclo colturale di avviamento. Nelle strutture uniformi create dopo il primo diradamento, si è determinata una evidente crisi incrementale per competizione tra i dendrotipi simili rilasciati, diversa negli esiti da quella fortemente asimmetrica che si realizza nei cedui in evoluzione naturale.

La diversità specifica appare inerente alla stazione, all'auto-ecologia della specie prevalente, all'origine del bosco e associata poi alla coltivazione. Livelli differenziati si realizzano attraverso i tipi; la diversità di specie nel profilo verticale indica come questa sia stata conservata dalla coltivazione, sia viceversa residuale o naturalmente accessoria, duratura o temporanea perché collegata a fasi dinamiche. La struttura è mantenuta articolata e interpretata dalla selvicoltura o tende naturalmente, secondo fascia di vegetazione e specie prevalente, a semplificarsi anche indipendentemente dalle forme culturali applicate. I due tipi di diversità si combinano a formare la diversità fisionomica di complesso e la diversità funzionale associata (Roberts e Gilliam, 1995).

I dati di risposta incrementale analizzati, pure nella limitazione del periodo di osservazione e dei casi di studio, producono per area interessata, specie *drought sensitive* coinvolte e localizzazione dei siti, una coincidenza geografica e temporale con l'anomalia climatica 2003, probabilmente proseguita come effetto agli anni seguenti (Hemery, 2007).

5.2 Selvicoltura e gestione reali

Alcune sono le considerazioni possibili in relazione alle tipologie descritte. Le fisionomie sono il risultato di forme diverse di trattamento, applicate a tutto il ciclo di coltivazione o interrotte in una fase più o meno recente, così come di dinamiche di post-coltura. È in atto uno slittamento delle età medie, il turno di maturità è diventato flessibile e il tempo di permanenza dei soprassuoli superiore. Anche la produzione legnosa, tendenzialmente valutata attraverso parametri precisi, tende a regole più sfumate. Convivono forme di coltura e post-coltura e tutte le opzioni di gestione, produzione, protezione, conservazione, ricostituzione sono rappresentate.

Appare evidente il ruolo della selvicoltura al mantenimento della "biodiversità" di complesso alle scale

di foresta, bacino, paesaggio (Larsen, 1995). Il suo contributo a ricreare continuamente nello spazio e distribuire nel tempo fasi cronologiche da giovani a mature, conservare le fasce ecotonali e ridurre, o almeno controllare, la tendenziale omogeneizzazione degli spazi e delle coperture (diminuzione degli habitat e nicchie ecologiche) che ha luogo con l'abbandono degli usi del suolo e del bosco (Di Castri, 1996; Bengtsson *et al.*, 2000; Scarascia-Mugnozza *et al.*, 2000; Fabbio *et al.*, 2003).

La dimensione di coltivazione non è più tuttavia prevalente; sempre più a questa si associa la dimensione di post-coltura. L'equilibrio è delicato e segnato in molti casi dalla soglia di marginalità economica della selvicoltura. Secondo le aree geografiche, gli ambienti di vegetazione e il contesto socio-economico locale, una dimensione prevale o entrambe convivono, tendono ad aggregarsi e a sviluppare linee di contatto dinamiche o piuttosto ad alternarsi negli stessi spazi. Ciò avviene a scala di foresta, e si ripete a tutti i livelli superiori.

5.3 Regolazione, selvicoltura e gestione attese

Nell'accezione comune, la "multifunzionalità" del bosco rimane non associata ad alcuna scala. Si potrebbe affermare che un concetto così a-dimensionale non possa essere applicabile o viceversa che, per paradosso, si possa associarlo a qualsiasi scala. Nella regolazione forestale, è spesso questo secondo caso che si verifica e che condiziona formalizzazione e esplicitazione della "funzione localmente prevalente" a scala di popolamento, la scala cioè a cui opera il selvicoltore. Ciò rende meno praticabile, nella prassi, un approccio più coerente e mirato su superfici diverse della stessa foresta. Ambienti e parametri del bosco estremamente variabili, richiedono infatti forme di gestione differenziate, tutte strategiche e complementari, e tempi di realizzazione diversi. È quindi l'alternanza spaziale e temporale delle stesse sulla matrice più ampia del territorio che realizza, attraverso la diversità di complesso, la multifunzionalità attesa (Franklin, 1993; Fuhrer, 2000).

Associata una funzione prevalente a ciascuna unità di gestione, la selvicoltura dovrebbe poter attuare le soluzioni culturali idonee secondo regole bio-economiche. Ciò significa, nel caso di funzioni di protezione, conservazione, ricostituzione, realizzare pratiche mirate a fronte di un obiettivo preciso e di un risultato di interesse generale. Due esempi: molti cedui in invecchiamento costituiscono a costo zero importanti *sink* (= crediti) di carbonio per capacità incrementale corrente e accumulo di necromassa; la loro presenza in ambienti sensibili al rischio di incendio impone, pena la possibile distruzione, una selvicoltura finalizzata a ridurre la loro permeabilità al fuoco dai punti di attacco prevedibili. I rimboschimenti di protezione realizzati nel secolo scorso, costituiscono un capitale biologico che necessita di investimenti in diradamenti e cure culturali per consentire permanenza e progressiva naturalizzazione compositiva e strutturale del bosco, a fronte del beneficio del suo valore di esistenza.

Nel caso viceversa di una funzione prevalente di produzione, significa poter condurre gli interventi nel modo operativamente più semplice e nelle dimensioni di raccolta ottimali, senza quelle limitazioni che non

incidono sulla qualità della realizzazione, ma sulla economia e quindi sulla fattibilità delle pratiche colturali. Alcuni esempi: l'imposizione di criteri prevalentemente numerici di matricinatura, non coerenti con le funzioni svolte, nei cedui; la limitazione eccessiva della intensità dei diradamenti, che devono poter interpretare la dinamica del bosco e allevare in modo equilibrato il soprassuolo principale, senza ridursi a raccogliere il prodotto della selezione naturale; la dimensione della superficie di taglio o l'esclusione di forme di taglio raso, pure coerenti con l'affermazione della rinnovazione, nelle fustaie. La selvicoltura di produzione già segue criteri e metodi meno canonici; molti soprassuoli hanno superato le età ottimali del turno economico e sono in una fase "esplorativa" tra questo e la fase di maturità biologica.

Si aggiunge la necessità di sviluppare e sperimentare tecniche di natura adattativa, volte ad ottimizzare funzioni specifiche come a mitigare l'impatto dei cambiamenti in corso (es. anno 2003), attraverso una

maggiore conoscenza dei fattori di controllo, di quelli limitanti, delle possibili retroazioni. In ambienti mediterranei sensibili, il punto focale sembra essere il mantenimento di un bilancio sostenibile tra provvista idrica ed evapotraspirazione. Tradotto in pratiche colturali, nella regolazione della densità per ridurre i consumi complessivi e nel mantenere insieme una copertura sufficiente a rendere minime le perdite di umidità dal suolo, particolarmente nello strato esplorato dalle radici. Nel prevedere forme di protezione naturale (riduzione dello stress idrico iniziale) e tempi di insediamento più prolungati dei semenzali. A proposito della rinnovazione naturale, vale ricordare che il fattore di controllo di maggiore impatto è rappresentato oggi, per ambienti e superfici di diffusione, dalla fauna selvatica. Che la fase chiave di qualsiasi forma di trattamento applicata, può essere compromessa quindi da un disturbo teoricamente controllabile attraverso una *governance* efficiente.



Figura 1. Distribuzione geografica delle aree permanenti (rete CONECONFOR attuale).
 Figure 1. Geographical distribution of the permanent monitoring plots (current network).
 Figure 1. Distribution géographique des aires permanentes (réseau actuel CONECONFOR).

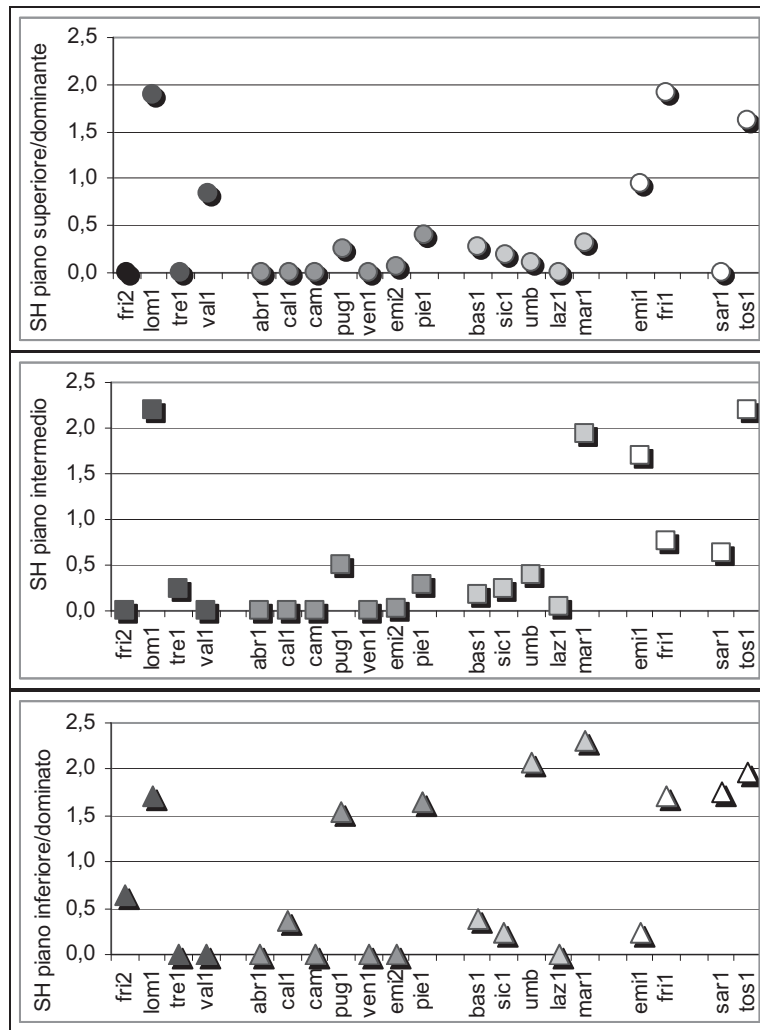


Figura 2. Diversità specifica: indice di Shannon per piani.
 Figure 2. Tree species diversity: the Shannon index per layer.
 Figure 2. Diversité spécifique: l'indice de Shannon par étages.

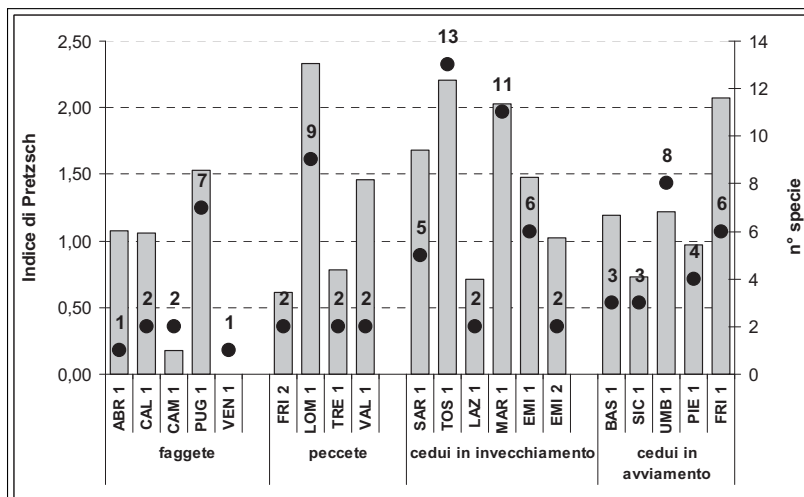


Figura 3. Diversità specifico-strutturale: indice di Pretzsch.
 Figure 3. Specific-structural diversity: the Pretzsch index.
 Figure 3. Diversité spécifique-structural: l'indice de Pretzsch.

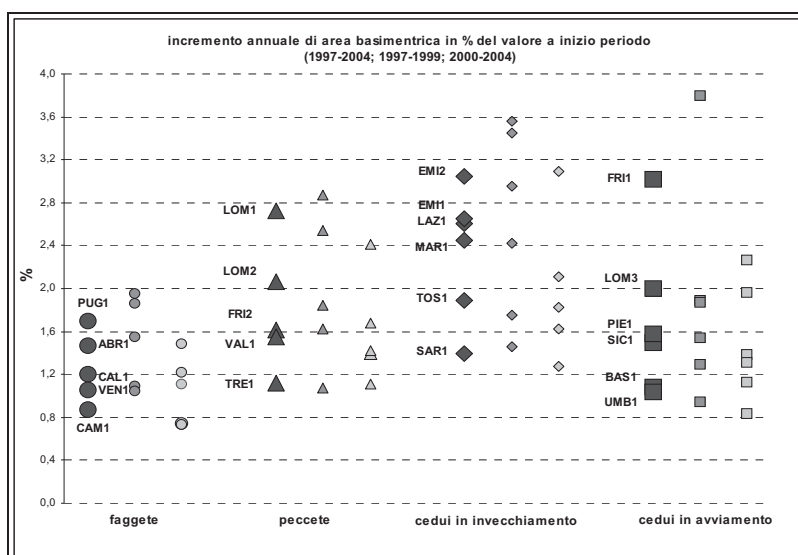


Figura 4. Incremento annuale relativo di area basimetrica (1997-04; 1997-99; 2000-04).
Figure 4. Annual relative basal area increment (1997-04; 1997-99; 2000-04).
Figure 4. Accroissement annuel relatif de surface terrière (1997-04; 1997-99; 2000-04).

Area	Lat.	Long.	Precipitazioni	Temp. media	Quota	Posizione topografica	Esposizione prevalente	Pendenza
			mm anno ⁻¹	°C	m s.l.m.			
ABR1	415051	133523	1300	10	1500	alto versante	SO	30%
BAS1	403638	155225	750	13	1125	alto versante	SO	25%
CAL1	382538	161047	1500	10	1100	alto versante	NE	20%
CAM1	402558	152610	1250	10	1175	alto versante	O	30%
EMI1	444306	101213	1200	12	200	pianura	nessuna	5%
EMI2	440631	110700	1800	10	975	medio versante	O	30%
FRI1	454734	130715	500	14	6	pianura	nessuna	0%
FRI2	462928	133536	1500	6	820	medio versante	N	25%
LAZ1	424950	130010	1000	12	690	collina	O	10%
LOM1	461416	93316	1300	8	1190	basso versante	SO	30%
MAR1	431738	130424	1250	10	775	medio versante	SE	60%
PIE1	454055	80402	1500	8	1150	medio versante	NO	55%
PUG1	414910	155900	800	12	800	alto versante	SE	25%
SAR1	392056	83408	900	14	700	medio versante	E	15%
SIC1	375432	132415	800	13	940	alto versante	NE	25%
TOS1	433034	102619	900	15	150	collina	NE	30%
TRE1	462137	112942	800	5	1775	medio versante	N	15%
UMB1	432757	122757	1250	11	725	basso versante	N	25%
VAL1	454326	65555	1000	5	1740	medio versante	NO	55%
VEN1	460326	120156	1900	5	1100	medio versante	NO	10%

Tabella 1. Caratteristiche stazionali delle aree CONECOFOR.
Table 1. Site characteristics of the CONECOFOR plots.
Tableau 1. Caractéristiques de la station dans les aires CONECOFOR.

Area	Specie principale	Forma di governo	Struttura	Età	Densità	Ricch. Spec.	N° specie piano sup./dom.	Diametro medio	Area basimetrica (totale)	Area basimetrica (piano sup./dom.)	Alt. med.	Alt. dom.	Massa corrente	DIFN	Prof. chioma (piano princ.)	LAI	LAD	Lettera
				anni	n ha ⁻¹	n°	n°	cm	m ² ha ⁻¹	m ² ha ⁻¹	m	m	m ³ ha ⁻¹	%	m	m ² /m ²	m ² /m ³	Mg ha ⁻¹
FR12	Picea a.	fustaia	monoplano	90-110	532	2	1	35,2	52,90	28,13	29,1	32,6	739	4,75	18,2	3,98	0,22	4,587
LOM1	Picea a.	fustaia	stratificato	80	1043	9	8	22,2	40,23	35,68	18,3	26,1	368	2,80	17	4,29	0,25	2,556
TRE1	Picea a.	fustaia	monoplano	180-200	393	2	1	41,8	53,89	35,59	28,2	30,5	699	11,40	22,5	2,94	0,13	2,171
VAL1	Picea a.	fustaia	irregolare	140	745	2	2	29,3	50,18	46,75	20	24,7	482	8,60	14,3	3,26	0,23	2,911
ABR1	Fagus s.	fustaia	monoplano	110	899	1	1	23,7	40,09	32,64	19,5	24,6	430	1,77	9,3	4,67	0,5	2,969
CAL1	Fagus s.	fustaia	monoplano	100-120	333	2	1	39,1	39,90	22,39	24,1	28,6	529	3,00	14,1	4,36	0,31	4,644
CAM1	Fagus s.	fustaia	monoplano	100	228	2	1	51,5	47,57	32,68	26,8	28	714	nd	14,1	nd	nd	2,295
PUG1	Fagus s.	fustaia	monoplano	75	940	7	2	23,5	43,77	22,87	22,6	27,5	574	1,00	14,2	5,43	0,38	4,172
VEN1	Fagus s.	fustaia	monoplano	115-130	345	1	1	35,8	34,64	15,34	23,9	25,2	455	1,20	7,4	5,25	0,71	2,318
EM12	Fagus s.	ceduo in inv.	biplano	45	4540	2	2	10	35,77	20,36	12,4	13,6	266	3,00	9,3	4,61	0,5	2,37
PIE1	Fagus s.	ceduo in avv.	monoplano	55-70	1213	4	2	17,4	28,93	16,18	15,2	20	251	3,10	11,1	4,24	0,38	2,964
BAS1	Q. cerris	ceduo in avv.	biplano	60	917	3	2	23,8	40,85	23,96	16,9	20,2	318	nd	7	nd	nd	3,973
SIC1	Q. cerris	ceduo in avv.	monoplano	50	855	3	2	19,3	25,01	14,58	14,6	16,9	197	13,20	6,8	2,44	0,36	4,997
UMB1	Q. cerris	ceduo in avv.	monoplano	75	739	8	2	24,2	33,92	21,38	24,4	28,5	430	3,95	10,9	4,11	0,38	nd
LAZ1	Q. cerris	ceduo in inv.	monoplano	35	1629	2	1	13,7	23,94	14,99	13,3	16,8	166	7,20	5,1	3,38	0,66	3,51
MAR1	Q. cerris	ceduo in inv.	monoplano	35	4233	11	3	10,4	35,84	23,40	12,1	17,9	212	3,15	5,7	4,43	0,78	3,866
EM11	Q. spp.	ceduo in inv.	monoplano	45	2057	6	2	12,6	25,68	20,21	12,9	19,1	152	7,00	12,6	3,35	0,27	4,271
FR11	misto latif.	ceduo in avv.	monoplano	45	1126	6	5	16,5	24,05	15,11	15,9	22,4	224	2,25	9,7	4,44	0,46	4,538
SAR1	Q. ilex	ceduo in inv.	monoplano	50	1710	5	1	17,3	40,54	24,95	13,5	16,7	246	nd	8,6	nd	nd	3,506
TOS1	Q. ilex	ceduo in inv.	biplano	50	2404	13	7	12,5	30,14	12,00	11,6	15,4	157	3,50	6,2	5,22	0,84	4,548
LOM2 *	Picea a.	fustaia	monoplano	75	964	3	2	26,2	51,92	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
LOM3 *	Fagus s.	ceduo in avv.	monoplano	55	828	5	4	19,2	23,92	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd

* disponibili solo i dati dendrometrici di base all'inventario 1996-97

Tabella 2. Forma culturale e caratteri dendro-strutturali delle aree CONECOFOR (inv. 1996-97).

Table 2. Management system, structural and mensurational parameters at the CONECOFOR plots (survey 1996-97).

Tableau 2. Traitement sylvicole et caractères dendro-structuraux des aires CONECOFOR (inventaire 1996-97).

SUMMARY

FOREST MONITORING, MANAGEMENT, SILVICULTURE

An intensive monitoring is carried out on level II CONECOFOR plots since 1995 according to a pan-European protocol. Both the specific-structural diversity and growth indexes, highlight the underlying driving factors throughout the case-studies and stand types within the network. The site, the stand origin, as well as the applied management and silviculture, drive the current stand characteristics and dynamics as well. The goal of the paper is to discuss both the applied and awaited cultivation criteria and management options, on the basis of this dataset. The current framework is made up of different levels as for stand diversity and growth course, it resulting from different silvicultural systems performed along the whole of or a part of the stand life cycle and of natural dynamics following the suspension of silviculture as well. The shifting of dominant ages, the longer rotations, the more flexible parameters of wood production, are the main outstanding factors. Cultivation and post-cultivation live together and all the management options - production, protection, conservation, recovery - are present. The broad concept of "multiple forest function" is anyway prevailing against the "local priority function" in the forest regulation; this makes less feasible more consistent and targeted approaches, on different areas of the same forest, too. The randomly changeable growth environments and stand parameters call, as a matter of fact, for different ways of management, able to fulfil the awaited multi-functional goal at wider scales. The current need to match the specific functions of forests and the concurring evidence of the environmental changes in progress, suggest the enforcement of adaptive management trials and of a proactive silviculture.

RÉSUMÉ

MONITORAGE, GESTION, SYLVICULTURE

Le réseau national CONECOFOR de II niveau développe à partir de 1995 le monitoring intensif des forêts selon un protocole pan-européen. La diversité spécifique-structurale et la croissance relatives aux cas d'étude et aux typologies représentées dans le réseau mettent en évidence des caractères et des dynamiques liés à l'origine du peuplement et à la station, mais aussi déterminés par la gestion et le traitement sylvicole appliqué. A partir de ces données on discute les critères de gestion et la sylviculture réelle sur celles possibles ou attendues. Le cadre courant représente des niveaux de diversité spécifique/structurale et de croissance variables, résultat de différents traitements appliqués au cycle complet de culture ou arrêté dans une phase plus ou moins récente et des dynamiques de postculture. Le glissement des âges moyens, la flexibilité des révolutions, le temps de permanence supérieur, les canons moins précis des paramètres de la production, sont les caractères soulignés. Formes de culture et de post-culture cohabitent et toutes les options - production, protection, conservation- sont représentées. Actuellement

le principe de «multifonctionnalité» semble encore dépasser l'application d'une «fonction localement prédominante». Cela rend moins praticable une approche conséquente et visée sur différentes surfaces de la même forêt. Milieux et paramètres du bois, en principe variables, permettraient des traitements sylvicoles diversifiés à l'échelle du peuplement, et de réaliser la multifonctionnalité attendue à l'échelle supérieure. La nécessité de répondre de façon toujours plus adhérente à des fonctions spécifiques du bois et l'évidence des changements en acte suggèrent l'expérimentation de pratiques de gestion adaptative et d'une sylviculture «pro-active».

BIBLIOGRAFIA

- Amorini E., Fabbio G., Cantiani P., 2006 – *Avviamento ad alto fusto e dinamica naturale nei cedui a prevalenza di cerro. Risultati di una prova sperimentale a 35 anni dalla sua impostazione. Il protocollo di Valsavignone (Arezzo)*. Ann. Ist. Sperim. Selv., Arezzo vol. 33 (2002-2004): 115-132.
- Bengtsson J., Nilsson S.G., Franc A., Menozzi P., 2000 – *Biodiversity, disturbances, ecosystem function and management of European forests*. For. Ec. and Man. 132: 39-50.
- Di Castri, F., 1996 – *Mediterranean diversity in a global economy*. In: International Symposium on Mediterranean Diversity, Rome ENEA, 21-30.
- Franklin J.F., 1993 – *Preserving biodiversity: species, ecosystems, or landscapes?* Ec. Appl. 3 (2): 202-205.
- Fuhrer E., 2000 – *Forest functions, ecosystem stability and management*. For. Ec. and Man. 132: 29-38.
- Hemery G.E., 2007 – *Forest management and silvicultural responses to predicted climate change impacts on valuable broadleaved species*. Forestry horizons- STSM WG1, COST E42: 65.
- Larsen J.B., 1995 – *Ecological stability of forests and sustainable silviculture*. For. Ec. and Man. 73: 85-96.
- Cutini A., 2002 – *Litterfall and Leaf Area Index in the CONECOFOR permanent monitoring plots*. Journal of Limnology, 61 Suppl. 1: 62-68.
- Dobbertin M., 2005 – *Tree growth as indicator of tree vitality and of tree reaction to environmental stress: a review*. Eur. J. Forest Res., 124: 319-333.
- Fabbio G., Amorini E., 2000 – *Tree growth survey and increment assessment. Contribution to the integrated evaluation of ecosystem's status*. Ann. Ist. Sperim. Selv., Arezzo, Special Issue vol. 30 (1999): 81-89.
- Fabbio G., Amorini E., 2006 – *Avviamento ad alto fusto e dinamica naturale nei cedui a prevalenza di cerro. Risultati di una prova sperimentale a 35 anni dalla sua impostazione. Il protocollo di Caselli (Pisa)*. Ann. CRA-Ist. Sperim. Selv., Arezzo vol. 33 (2002-2004): 79-104.
- Fabbio G., Merlo M., Tosi V., 2003 – *Silvicultural management in maintaining biodiversity and resistance of forests in Europe - The mediterranean region*. J. Env. Man., 67: 67-76.
- Fabbio G., Manetti M.C., Bertini G., 2006 – *Aspects of biological diversity in the CONECOFOR plots. I. Structural and species diversity of the tree community*. Ann. CRA-Ist. Sperim. Selv., Arezzo, Special Issue vol. 30 Suppl. 2 (2006): 17-28.

- Fabbio G., Bertini G., Calderisi M., Ferretti M., 2008 – *Status and trend of tree growth and mortality rate at the CONECOFOR plots, 1997-2004*. 4th report. Ann. CRA-SEL, Arezzo, Special Issue vol. 34 (2005-2006): 11-20.
- Fabbio G., Amorini E., 2002 – *Contribution to growth and increment analysis on the Italian CONECOFOR Level II network*. Journal of Limnology, 61 Suppl. 1: 46-54.
- Ferretti M., (Ed.), 2000 – *Integrated and Combined (I&C) evaluation system designed for the intensive monitoring of forest ecosystem in Italy*. Ann. Ist. Sperim. Selv., Arezzo, Special Issue on Integrated and Combined (I&C) Evaluation of Intensive Monitoring of Forest Ecosystems in Italy. Concepts, Methods and First Results. vol. 30 (1999) 156.
- Ferretti M., Bussotti F., Fabbio G., Petriccione B., (Eds), 2003 – *Ozone and forest ecosystems in Italy*. 2nd report. Ann. Ist. Sperim. Selv., Arezzo, Special Issue vol. 30 Suppl. 1 (2003): 128.
- Ferretti M., Petriccione B., Fabbio G., Bussotti F., (Eds), 2006 – *Aspects of biodiversity in selected forest ecosystems in Italy: status and changes over the period 1996-2003*. 3rd report. Ann. CRA-Ist. Sperim. Selv., Arezzo, Special Issue vol. 30 Suppl. 2 (2006): 112.
- Ferretti M., Bussotti F., Fabbio G., Petriccione B., (Eds), 2008 – *Ecological condition of selected forest ecosystems in Italy. Status and changes 1995-2005*. 4th report. Ann. CRA-SEL, Arezzo, Special Issue vol. 34 (2005-2006): 120.
- Ferretti M., Bussotti F., Fabbio G., Petriccione B., 2008 – *Status and changes of key ecosystem attributes monitored at the CONECOFOR plots, 1995-2005 - Achievements, problems, perspectives*. Annali CRA-SEL, Arezzo, Special Issue vol. 34 (2005-2006): 115-120.
- Manetti M.C., 2002 – *Tree ring growth by core sampling at the CONECOFOR permanent monitoring plots*. Journal of Limnology, 61 Suppl. 1: 55-61.
- Mosello R., Petriccione B., Marchetto A., (Guest Eds), 2002 – *Long-term ecological research in Italian forest ecosystems*. Journal of Limnology. Vol. 61 Suppl.1: 162.
- Roberts M.R., Gilliam F.S., 1995 – *Patterns and mechanisms of plant diversity in forested ecosystems: implications for forest management*. Ec. Appl. 5 (4): 969-977.
- Scarascia-Mugnozza G., Oswald H., Piussi P., Radoglou K., 2000 – *Forests of the Mediterranean region: gaps in knowledge and research needs*. For. Ec. and Man. 132: 97-109.

STRATEGIE DI ANALISI E GESTIONE DEL RAPPORTO FAUNA-FORESTA NEL PARCO NAZIONALE DELLE FORESTE CASENTINESI

(*) *Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi, Pratovecchio*

Nel Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi è in corso uno studio mirato a definire un modello procedurale teorico per l'analisi del rapporto tra fauna ungulata ed ecosistemi forestali; tale modello, fondato sulle teorie della problem analysis, tende ad individuare le cause primarie degli attuali problemi per poi individuare le possibili soluzioni a tali cause. Gli autori illustrano le prime ipotesi procedurali ed alcuni possibili approcci gestionali, evidenziando l'inadeguatezza delle soluzioni fino ad oggi messe in campo e la conseguente necessità di implementazione di nuove strategie per offrire ai decisori scelte tecnicamente valide e concretamente realizzabili.

Parole chiave: ungulati, foresta, parco nazionale, *problem setting*.

Key words: ungulates, forest, national park, *problem setting*.

IL CONTESTO

Per le sue condizioni ambientali e per la sua recente storia di veloce ritorno ad un elevato grado di naturalità, il Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi, Monte Falterona e Campigna costituisce uno dei laboratori d'eccellenza per l'analisi delle dinamiche tra fauna ungulata ed ecosistemi forestali nelle aree protette e, conseguentemente, per la sperimentazione di approcci innovativi per la gestione di tali aspetti. Il territorio protetto, esteso circa 36.800 ettari, risulta forestato infatti per oltre l'85% della superficie, con la compresenza di popolamenti tipici dell'Appennino centrosettentrionale (faggete, cerrete, ecc) e di tipologie forestali più legate alla storia locale e dunque di origine artificiale (abetine pure coetanee e miste).

A seguito della diminuzione della pressione antropica e di precisi programmi di reintroduzione, il territorio delle Foreste Casentinesi si è popolato, negli ultimi decenni, di una abbondante e variegata fauna selvatica; particolare rilievo assume la presenza del Lupo e degli ungulati, rappresentati dal Cinghiale (*Sus scrofa*), dal Cervo (*Cervus elaphus*) dal Daino (*Dama dama*), dal Capriolo (*Capreolus capreolus*) e, con una piccolissima popolazione, dal Muflone (*Ovis musimon*).

Quello che dovrebbe costituire, almeno per certi aspetti, un ritorno alle origini dal punto di vista della biodiversità appare invece prefigurarsi come un fattore di instabilità non solo dal punto di vista socioeconomico ma anche, in alcuni casi, sotto il profilo ecosistemico. Alcuni ecosistemi forestali risultano infatti fortemente condizionati, nelle loro dinamiche, dall'impatto della fauna ungulata, sebbene il problema si manifesti prevalentemente nei popolamenti aventi struttura artificiale o forme di governo meno in linea con i tempi ed i processi naturali.

Alcuni settori d'interesse hanno per primi sollevato la questione del "conflitto" tra fauna ed ecosistemi agroforestali; il mondo politico locale ha fatto proprie queste problematiche rivendicando e proponendo soluzioni di vario tipo, ma tutte direttamente riconducibili alla necessità di controllo numerico delle popolazioni di ungulati. Il mondo scientifico ha avviato studi e monitoraggi, in gran

parte ancora in corso, per analizzare e quantificare l'impatto della fauna sui popolamenti forestali.

Tutto questo però non è stato affrontato secondo un preciso schema teorico e ciò può comportare il rischio che le analisi effettuate e le soluzioni proposte non tengano in debita considerazione tutti i fattori e non contribuiscano quindi efficacemente, soprattutto nel medio-lungo periodo, alla soluzione della problematica.

Per tale ragione si è cercato di sviluppare un modello teorico, calato però sulla specifica realtà del Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi, che definisca preliminarmente i processi necessari per l'analisi del problema e per la scelta delle soluzioni.

L'APPROCCIO TEORICO: IL *PROBLEM SETTING*

Quando si manifesta un problema, l'individuazione della possibile soluzione non può prescindere dall'analisi approfondita del problema stesso (*problem setting*), non solo per determinarne qualità e quantità, ma anche per verificarne l'esatta origine, ovvero per l'identificazione delle cause primarie e di quelle secondarie sulle quali agire per risolvere effettivamente il problema stesso.

Alla luce dell'esperienza maturata nell'area del Parco Nazionale invece, l'assunto secondo il quale l'eccessivo impatto della fauna ungulata sugli ecosistemi forestali può essere risolto semplicemente procedendo al controllo numerico di tale fauna, è stato fino ad oggi alla base di qualunque considerazione, prescindendo da qualsiasi analisi approfondita della questione. Ed infatti nonostante siano state avviate, nelle fasce immediatamente esterne al Parco, misure di contenimento degli ungulati, le problematiche continuano a sussistere senza che si intraveda un miglioramento.

Per verificare la possibilità di un nuovo approccio alla questione che diventi vero strumento per i decisori, si è dunque semplicemente applicato un metodo correntemente in uso nel *problem solving* e nella programmazione di interventi di carattere ambientale, ovvero la costruzione del cosiddetto "albero dei problemi", relativo in questo caso al rapporto tra fauna e selvicoltura.

La semplice applicazione del metodo ha permesso, ad

esempio nel caso dell'impatto dei cervidi sui boschi cedui dell'area protetta, di identificare un elevato numero di cause, ben più primarie della semplice eccessiva densità faunistica, sulle quali dover agire per affrontare la questione.

La densità elevata dei cervidi infatti appare in realtà condizionata e motivata da una serie di fattori, quali le caratteristiche ambientali complessive del territorio, che vedono intere aree occupate da popolamenti forestali a basso livello di naturalità che mal si prestano a costituire idoneo habitat per le specie in questione.

Allo stesso tempo la pressione venatoria (soprattutto quella rivolta al cinghiale ed effettuata con braccate) ed altri fattori di disturbo, rendono inhospitali ai cervidi (e quindi inadatte per la stabile espansione) le aree esterne al Parco, così come avviene in altre aree alpine come quella del Parco Nazionale dello Stelvio, benché queste siano considerate come vocate dai Piani faunistici provinciali.

Anche la collocazione dei cedui, concentrati nella fascia di margine del Parco a diretto contatto con altre aree di elevato interesse pabulare come le praterie ed i coltivi, determina una maggiore concentrazione di ungulati con picchi di densità che non rispecchiano quella generale del territorio protetto.

L'analisi organica dei problemi fa inoltre emergere che vi sono numerosi fattori di tipo economico che operano affinché la densità dei cervidi sia elevata o che almeno di questo si avvantaggiano più o meno passivamente. Non ci si riferisce solo alla componente venatoria (che evidentemente non ha interesse ad una significativa riduzione della densità), ma anche a quel settore di operatori turistici che vede nella elevata presenza e nell'alta avvistabilità degli ungulati un fattore promozionale di tutto interesse e di importanza economica non trascurabile.

La complessità di questo specifico "albero dei problemi" qui solo parzialmente descritto, aiuta a comprendere la necessità di una altrettanto complessità del corrispondente "albero delle soluzioni". L'approccio al tema del rapporto fauna-selvicoltura non può essere dunque semplicistico, monodisciplinare e lineare, dovendo piuttosto affrontare la questione in modo organico e complessivo, seppur contestualizzato alla specifica realtà locale.

Differentemente l'agire su cause non primarie o su una sola porzione di cause non contribuisce sufficientemente alla soluzione del problema ed anzi, talvolta, potrebbe addirittura acuire il problema stesso.

IL PROBLEM SOLVING

Costruendo dunque l'albero delle soluzioni derivante dall'analogo albero dei problemi emerge, a titolo di esempio, che:

- è necessario agire in modo complessivo sull'ambiente, riqualificando gli ecosistemi forestali più lontani dalla naturalità e che meno sono adatti ad ospitare la fauna selvatica;
- è necessario agire anche sulla gestione territoriale delle aree esterne al Parco, affinché gli ungulati non siano costretti a concentrarsi nelle aree protette a causa dei fattori di disturbo esterni;
- è indispensabile avviare gli ecosistemi più suscettibili, in quanto meno naturali (come i cedui o le abetine pure) verso

forme più in equilibrio e quindi meno soggette a danneggiamento a causa dei fattori naturali, quali gli ungulati;

- è necessario costruire un bilancio economico complessivo della presenza di ungulati nel territorio, valutando dunque non solo i danni economici prodotti ad alcune attività ma anche i benefici, sempre di ordine economico, che tale presenza comporta in tutti i settori economici del territorio;
- è necessario conseguentemente costruire modelli di gestione economica territoriale in grado di compensare tra i danni subiti da alcuni settori socioeconomici ed i benefici goduti da altri settori.

La presenza di un Ente Parco Nazionale, deputato dalla Legge a svolgere un ruolo preminente e gerarchicamente superiore (così come previsto ad esempio nei confronti del potere pianificatorio assegnato dalla Legge 394/91) rende l'applicazione di quanto sopra decisamente più facile di quanto non avvenga altrove.

Una corretta pianificazione forestale, eseguita dai singoli soggetti gestori sotto il coordinamento del Parco e dei suoi strumenti di pianificazione, è in grado infatti di affrontare adeguatamente questa sfida, qualora tale pianificazione sia sufficientemente coordinata con quella faunistica e degli altri settori correlati.

L'autonomia gestionale assegnata al Parco Nazionale e gli strumenti finanziari di cui esso può beneficiare (quali ad esempio ai fondi comunitari LIFE Plus) possono inoltre offrire opportunità davvero uniche.

Si pensi ad esempio alla possibilità di convertire le grandi superfici governate a ceduo nel Parco Nazionale (maggiormente soggette ai danni da ungulati, che si riflettono su una proprietà prettamente privata) in aree ad un maggior grado di naturalità, pur aventi lo stesso livello di produttività in termini di prodotto legnoso. L'eccessiva frammentazione proprietaria, unita ad una certa resistenza mentale degli addetti al settore, hanno fino ad oggi mantenuto tali gran parte delle superfici private a ceduo, fatte salve quelle prescritte all'avviamento a causa del superamento del turno.

Ebbene, l'azione del Parco Nazionale potrebbe senz'altro prevedere una vera e propria riforma della proprietà forestale, tramite la creazione di consorzi di gestione tra privati oppure tramite l'accorpamento delle proprietà previo acquisto da parte del Parco e rivendita in blocco ad un unico proprietario (a meno che non vi sia, ma non è questa la situazione attuale, la possibilità e la volontà politica di acquisizione definitiva a favore del Parco)

L'accorpamento fondiario appare infatti l'unico strumento per addivenire ad una gestione pianificata e consapevole degli attuali cedui (oggi spesso oggetto di incursioni predatorie da parte di molti tagliatori nei confronti di inconsapevoli piccoli proprietari), che secondo specifici programmi pluriennali potrebbero essere avviati all'alto fusto secondo le migliori tecniche, mantenendo a regime, e addirittura incrementando, le produzioni legnose totali, anche su base annua, e dunque senza alcun tipo di impatto negativo dal punto di vista sociale ed economico.

LE PROPOSTE

Da quanto sopra esposto, emerge dunque chiaramente che la tematica del rapporto tra cervidi ed ecosistemi forestali necessita, trattandosi di tema assai complesso, di un'analisi

altrettanto complessa e soprattutto codificata. Quali tecnici coinvolti nella gestione delle Aree Protette abbiamo il dovere di fornire ai decisori dei robusti modelli interpretativi che, attraverso l'analisi codificata e scientifica delle varie problematiche, offrano delle proposte operative che il settore politico potrà valutare ed eventualmente adottare.

Tali modelli interpretativi non risultano ancora sufficientemente elaborati e tantomeno applicati, almeno per il caso in questione; nonostante ciò è già possibile, per il contesto in esame, ipotizzare alcune proposte operative:

- predisposizione di gruppi tecnici interdisciplinari, appartenenti alle varie amministrazioni competenti, che analizzino le problematiche secondo le teorie del “problem setting” e del “problem solving”;
- valutazione del problema a livello dell'intera popolazione faunistica (del cervo nel caso di studio) e dunque, necessariamente, attraverso un coordinamento degli Enti competenti, che appare anche sotto il profilo tecnico una soluzione obbligatoria, peraltro già recepita dalle normative regionali sulla gestione degli ungulati, che impongono organi di coordinamento sia a livello politico che a livello tecnico;
- obbligatorietà della pianificazione, soprattutto forestale e faunistica, ad ogni livello, sia pubblico che privato, ed integrazione dei vari strumenti di pianificazione in un unico strumento di gestione territoriale;
- mutamenti delle tecniche selvicolturali tradizionali in relazione alla aumentata complessità degli ecosistemi del Parco, anche attraverso l'abbandono di veri e propri “dogmi” come quello che vede nel governo a ceduo l'unico modo di produrre legna da ardere e reddito periodico al proprietario;
- intervento pubblico per un mutamento dell'assetto proprietario dei boschi, attraverso la gestione consortile delle piccole proprietà o addirittura attraverso l'accorpamento proprietario, al fine di poter applicare una gestione correttamente pianificata al patrimonio forestale privato attualmente gestito in modo disorganico.

CONCLUSIONI

L'approccio sopra descritto, frutto di uno studio tuttora in corso, sembra aprire scenari futuri che responsabilizzano i tecnici forestali ed ambientali, chiedendo loro di produrre proposte e soluzioni di adeguata complessità ma di comprovata applicabilità, così che il decisore abbia qualche strumento in più per indirizzare l'azione della pubblica amministrazione.

Nel caso concreto del cosiddetto “conflitto” tra ungulati ed ambienti forestali (che ancora oggi si traduce troppo spesso in conflitto tra faunisti e selvicoltori così come tra ambientalisti e cacciatori) emerge che la complessità della questione impone soluzioni ben diverse dal semplice controllo numerico degli ungulati o dalla mera protezione dei popolamenti forestali in rinnovazione.

I tecnici forestali son quindi chiamati a diventare un po' faunisti, economisti, sociologi e giuristi o, meglio, a collaborare con tali figure per lo sviluppo di soluzioni tecniche più valide ed efficaci di quelle fino ad oggi messe in campo.

“Un problema è un invito al cambiamento, per raggiungere i nostri obiettivi”.

SUMMARY

ANALYSIS OF THE “CONFLICT” BETWEEN FAUNA AND FORESTS IN FORESTE CASENTINESI NATIONAL PARK

In Foreste Casentinesi National Park the staff involved in fauna management is actually approaching a new method to analyse the relationship between deers and forest ecosystems. The aim of the work is to identify the real causes of the “conflict” between fauna and forests and, consequently, to propose to decision makers the efficient solutions. The article shows first results and how much the problem is more complex than expected.

BIBLIOGRAFIA

- Bernetti G., 1981 – *Ipotesi sullo sviluppo dei boschi cedui e relative considerazioni selvicolturali e assestamentali*. “Il Montanaro d'Italia” Monti e Boschi, 32 (5): 61-66.
- Bianchi L., Paci M., Tartaglia C., 2007 – *Rinnovazione naturale di abete bianco. Caratteri del novellame e danni da fauna*. Sherwood n. 129: 7-11.
- Borghetti M., Giannini R., 1984 – *Indagini sulla rinnovazione naturale nei boschi puri e misti di abete bianco dell'Appennino centro-meridionale*. L'Italia Forestale e Montana, 39: 161-184.
- Cammarata F.P., 2005 – *Ipotesi di gestione dei soprassuoli di douglasia, abete bianco e faggio nel Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi*. Tesi di laurea. Facoltà di Agraria. Università degli Studi. Firenze.
- Carmignola G. (a cura di) 2001 – *Il Cervo nel Parco Nazionale dello Stelvio. Analisi dell'impatto sul bosco in relazione alle risorse ambientali e agli indici di presenza*. Quaderni del Parco Nazionale.
- Checcacci E., 2001 – *Diradamenti nelle abetine del Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi, Monte Falterona e Campigna: possibili effetti sulla biodiversità*. Tesi di laurea. Facoltà di Agraria. Università degli Studi. Firenze.
- Ciancio O., Nocentini S., 2003 – *Il bosco ceduo. Selvicoltura Assestamento e Gestione*. Accademia Italiana di Scienze Forestali. Firenze.
- Cutini A., Nocentini S., 1989 – *Prove sperimentali di diradamento su popolamenti di douglasia in Toscana*. Annali dell'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura. Arezzo. XX: 69-149.
- Gambi G., 1986 – *La conversione dei cedui in altofusto sull'Appennino*. Monti e Boschi, 37: 5-12.
- Giacobbe A., 1928 – *Sull'ecologia dell'abete bianco di Camaldoli*. Archivio Botanico Biogeografico.
- Giacobbe A., 1949 – *L'ecologia dell'abete bianco. Nota II; Ricerche storiche e geografiche*. Stabilimento Tipografico Valbonesi, Forlì.
- Giacobbe A., 1969 – *La rinnovazione naturale dell'abete appenninico (Ricerche ecologiche)*. Annali Accademia Italiana Scienze Forestali, 28: 227-289.
- Giannini R., 1968 – *Risultati di alcune indagini sul novellame di abete bianco*. Annali Accademia Italiana Scienze Forestali, 17: 339-360.
- Giovannini., Chines A., Gandolfo G., 2003 – *Danni da ungulati selvatici in boschi cedui. Effetti delle modalità di utilizzazione forestale*. Sherwood, 85: 9-16.

- Gualazzi S., 2004 – *Offerta alimentare e utilizzazione da parte di ungulati selvatici. Un'esperienza nel Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi (Toscana)*. Sherwood, 102: 25-29.
- Guidi G., 1975 – *Primi risultati di una prova di conversione in un ceduo matricinato di cerro*. Annali Istituto Sperimentale Arezzo, 6: 123-125.
- Magini E., 1967 – *Ricerche sui fattori della rinnovazione naturale dell'abete bianco sull'Appennino*. L'Italia Forestale e Montana, 6: 261-270.
- Mattioli L., Mazzarone V., Lovari C., 1988 – *Uso dell'habitat, distribuzione e segregazione ecologica di cinque specie di ungulati nelle Foreste casentinesi*. Atti del I Convegno Nazionale dei Biologi della Selvaggina.
- Mazzarone V., Lovari C., Gualazzi S., 2000 – *Gli Ungulati delle Foreste Casentinesi: dieci anni di monitoraggio 1988-1997*. Regione Toscana.
- Mencucci M., D'amico C., 2006 – *Effetti degli ungulati. Il caso del Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi, Monte Falterona e Campigna*. Sherwood, 120: 3-6 e 121: 4-6.
- Nocentini S. (a cura di), 2003 – *Monitoraggio dell'influenza della fauna selvatica omeoterma sui soprassuoli forestali nel Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi M. Falterona e Campigna*. Accademia Italiana di Scienze Forestali.
- Ponti F., 2003 – *Il patrimonio cervo*. Collana di gestione faunistica - Lorenzini Editore.
- Reimoser F., 2005 – *Il ruolo della selvicoltura nella gestione faunistica*. Sherwood. 112: 19-23.
- Reimoser F., Gossow H., 1996 – *Impact of ungulates on forest vegetation and its dependence on the silvicultural system*. Forest Ecology management. 88: 107-119.
- Toso S., 1999 – *Principi generali e tecniche di intervento per il controllo degli ungulati nelle aree protette dell'Appennino*. Atti del Convegno Nazionale "Obiettivi e tecniche di gestione della fauna ungulata nelle aree protette dell'Appennino". Federparchi.

BOSCHI CEDUI IN UMBRIA. UN APPROCCIO ALLA “BIODIVERSITÀ”

(*) Servizio Foreste ed Economia montana - Regione Umbria, Perugia

(**) Comunità Montana della Valnerina, Norcia (PG)

È ancora possibile proporre innovazioni in selvicoltura senza limitarsi a enunciazioni di principio ma elaborando nuovi processi operativi e nuove soluzioni tecniche?

A seguito dell’emanazione del Piano Forestale Regionale nel 1998, la Regione Umbria ha attivato una serie di ricerche e azioni sperimentali/dimostrative sulla gestione dei boschi cedui, con l’obiettivo di promuovere delle modalità di gestione del bosco che tenessero in considerazione le esigenze di tutela ambientale, idrogeologica e paesaggistica.

Le azioni promosse sono state realizzate in particolare all’interno dei progetti TraSFoRM, SU.M.MA.COP. e RECOFORME. Tali iniziative sono caratterizzate da un approccio estremamente operativo, che intende valorizzare il bosco dal punto di vista economico e ambientale, con particolare attenzione agli aspetti ecosistemici e specificatamente alla diversità strutturale e biologica, sia dal punto di vista floristico che faunistico.

Dopo aver presentato le principali azioni realizzate all’interno di ciascun progetto e i principali risultati ottenuti, si pone particolare attenzione alle problematiche emerse nella concretizzazione di questi progetti. In linea generale, gli esiti ottenuti sono considerati soddisfacenti e hanno permesso di ottenere una serie di risultati concreti e quantificabili, ma allo stesso tempo non sono considerati sufficienti per determinare un cambiamento reale e incisivo nella modalità e nella mentalità con cui viene gestito il bosco ceduo.

Le principali questioni da affrontare e risolvere per raggiungere questo traguardo riguardano la necessità di approfondimenti scientifici, di monitoraggi continui, di creazione di gruppi di lavoro eterogenei e interdisciplinari, di risorse economiche accessibili e continue nel tempo.

Parole chiave: selvicoltura, Umbria, boschi cedui, biodiversità.

Key words: forestry, Umbria, coppice forests, biodiversity.

Mots clés: sylviculture, Ombrie, taillis, biodiversité.

1. PREMESSA

Secondo i dati dell’Inventario Nazionale delle Foreste e dei serbatoi forestali di Carbonio, i boschi cedui rappresentano in Umbria l’87% della superficie forestale classificata per tipo culturale (CRA, ISAF, 2007).

Il Piano Forestale Regionale 1998-2007 prevedeva la promozione di studi e ricerche sulle tecniche di trattamento dei boschi e in particolare dei cedui, con l’obiettivo principale di mitigare gli impatti ambientali di questa forma di governo: “Costituisce quindi una sfida il tentativo di recepire gli obiettivi di fondo della selvicoltura naturalistica nella gestione del bosco ceduo” (Regione dell’Umbria, 1999).

Al fine di concretizzare gli obiettivi del Piano, nell’ultimo decennio la Regione Umbria ha realizzato tre iniziative (TraSFoRM, SU.M.MA.COP., RECOFORME) che hanno interessato la gestione dei boschi cedui, con particolare attenzione agli obiettivi di valorizzare la biodiversità.

Tutti i progetti sono stati realizzati con finanziamenti comunitari, dimostrando la capacità dell’ente ad accedere a fonti finanziarie esterne dal bilancio regionale e l’interesse che la gestione dei boschi cedui riveste non solo in ambito nazionale.

I progetti realizzati sono inseriti in un quadro più ampio, in cui si segnalano altre attività per limitare gli impatti ambientali legati alla gestione dei boschi governati a ceduo. Tra questi va considerato il progetto “Gestione sostenibile delle foreste ed utilizzo delle biomasse forestali a fini energetici”, realizzato nell’ambito del programma Pro. Bio.,

che promuove una pianificazione degli interventi selvicolturali in un’ottica di filiera, con l’obiettivo di ridurre i costi e gli impatti ambientali legati al trasporto dei prodotti legnosi (FratteGANI, 2007; Savini, 2007).

2. ATTIVITÀ

Le attività condotte sono tutte coerenti con l’obiettivo di sollecitare un nuovo approccio alla gestione, che prescindendo dagli schematismi e dalle semplificazioni che hanno caratterizzato la maggior parte delle utilizzazioni dei cedui in questi ultimi decenni. I progetti realizzati dimostrano sempre attuale la ricerca di quella selvicoltura dinamica e puntuale che sappia trascendere dalla diatriba ceduo-altofusto, capace di utilizzare le conoscenze acquisite sul funzionamento degli ecosistemi forestali e sulla loro evoluzione, interpretando le esigenze di ogni singola azienda e valorizzando le professionalità presenti nel territorio.

Il progetto “Individuazione di forme appropriate di trattamento selvicolturale per il mantenimento ed il recupero di foreste degradate” (TraSFoRM) avviato nel 1998, ha previsto il monitoraggio degli effetti di trattamenti selvicolturali, nei tre anni successivi alla loro effettuazione, comparando la tradizionale matricinatura semplice con la matricinatura per gruppi tramite descrittori delle condizioni dell’ecosistema (Ferretti *et al.*, 2002).

Il progetto LIFE ambiente “Gestione sostenibile e multifunzionale dei cedui in Umbria” (SU.M.MA.COP.) realizzato nel periodo 2000-2002, ha il suo fulcro

nell'individuazione di 4 aree dimostrative ove realizzare scelte gestionali che tengano conto delle necessità di multifunzionalità, sostenibilità e flessibilità, e interventi alternativi alle tecniche tradizionali di gestione del ceduo, allo scopo di valorizzare le varie funzioni esplicitate dai popolamenti forestali e la sostenibilità economica ed ambientale della gestione stessa, all'attualità e, soprattutto, in prospettiva futura (AA.VV., 2002).

Il progetto "Strutturazione di reti e di azioni di cooperazione nella foresta mediterranea" (RECOFORME) affronta i temi connessi alla gestione delle foreste e dell'ambiente al fine di promuoverne il ruolo nelle politiche di ristrutturazione del territorio. Il tema principale affrontato dalla Regione Umbria riguarda la pianificazione forestale su un ampio territorio, il bacino del lago Trasimeno, volta a promuovere una gestione attiva delle risorse forestali nel rispetto della protezione del suolo e della conservazione degli spazi naturali (Regione Umbria, 2006).

3. RISULTATI

Le attività realizzate hanno rappresentato delle esperienze dimostrative in grado di fornire risposte, seppur preliminari, agli interrogativi in merito alla sostenibilità del governo ceduo in un'ottica volta alla conservazione e protezione della biodiversità.

Considerando la biodiversità quale diversità tra le specie e degli ecosistemi, è possibile illustrare i risultati conseguiti con l'analisi degli impatti su flora, fauna, struttura e paesaggio del diverso approccio alla gestione dei boschi cedui applicato.

Le esperienze condotte nell'ambito del progetto TRSFoRM hanno rilevato, sia dall'analisi fitosociologica che dall'elaborazione statistica dei dati strutturali, che le aree sottoposte a ceduzione con matricinatura per gruppi sembrano rispondere all'impatto dell'intervento in modo più immediato in fase di recupero dello strato arbustivo, rispetto a formazioni ceduate secondo modalità tradizionali.

Le suddette considerazioni vengono confermate dalle indagini condotte dal progetto SU.M.MA.COP., in particolare l'analisi comparata, ante e post intervento, delle percentuali di copertura dello strato arboreo rilasciato all'interno dei gruppi, ha consentito di osservare come la ceduzione con matricinatura per gruppi abbia favorito le specie accessorie rispetto alle quercine decidue dominanti, creando condizioni favorevoli alla diversificazione specifica del soprassuolo arboreo. Il progetto SU.M.MA.COP ha inoltre consentito di rilevare che gli interventi di ceduzione non solo non hanno compromesso le popolazioni ornitiche, ma hanno creato i presupposti per una maggiore variabilità ambientale e quindi degli ambienti a disposizione dell'avifauna in genere e dei passeriformi in particolare.

Il progetto RECOFORME ha approfondito la tematica legata al paesaggio dei boschi governati a ceduo, a partire da spunti già contenuti nel progetto SU.M.MA.COP, dimostrando come la mitigazione dell'impatto paesaggistico sia direttamente connessa alle modalità di realizzazione e di pianificazione degli interventi di ceduzione. In particolare emerge l'importanza rivestita da fattori quali: dimensione della superficie di intervento, forma e margini delle tagliate, integrazione spaziale fra ceduo e alto fusto e pianificazione spaziale degli interventi di ceduzione.

4. CONSIDERAZIONI

I progetti presentati sono stati realizzati con l'obiettivo di fornire risposte immediate all'esigenza di introdurre delle innovazioni nel governo a ceduo, che fossero in grado di mitigare gli impatti della gestione selvicolturale. Non si tratta di progetti sperimentali ma di attività dimostrative, che partono da ricerche e studi già effettuati e dalle conoscenze acquisite sull'ecologia forestale e sulla selvicoltura, ampliando l'applicazione pratica di queste conoscenze.

Da questo punto di vista, i risultati ottenuti sono da considerare assolutamente positivi: sono stati raccolti dei primi dati sugli effetti degli interventi e sui loro costi, sono state modificate le norme forestali in modo da permettere una maggiore flessibilità nella gestione dei boschi cedui, gli interventi di ceduzione per gruppi sono stati riproposti in altri contesti, al di fuori di progetti dimostrativi e senza il sostegno di finanziamenti con fondi pubblici.

Ciò nonostante, si ritiene che le esperienze condotte abbiano anche una forte valenza sperimentale e possano essere di particolare utilità per approfondire le conoscenze sulle modalità di gestione dei boschi in area mediterranea e appenninica, soprattutto per le Università e gli Istituti di Ricerca che si occupano di tali argomenti. Vi è però la necessità di seguire nel tempo l'evoluzione dei popolamenti originatisi dagli interventi, in modo da migliorare le tecniche selvicolturali, adattare alle diverse situazioni ambientali, verificare gli effetti sulla rinnovazione gamica e agamica.

Una maggiore conoscenza delle dinamiche evolutive comporterebbe inoltre una più ampia diffusione nel territorio di metodologie di intervento che tengano maggiormente in considerazione le problematiche legate alla biodiversità e più in generale alla funzionalità bioecologica delle foreste.

Per proseguire in questa direzione è però necessaria la collaborazione di Università e Istituti di Ricerca: è possibile che non vi siano laureandi, dottorandi o ricercatori che siano interessati a proseguire gli studi, valutando i processi di rinnovazione in atto e/o i livelli di biodiversità, con l'aiuto della Regione Umbria e delle varie Comunità Montane?

I programmi di ricerca e di sperimentazione nel settore selvicolturale pagano i tempi lunghi necessari per valutare compiutamente gli effetti delle azioni messe in atto, soffrendo per le scansioni temporali stabilite a priori dai fondi finanziari disponibili, che quasi sempre prevedono la quantificazione dei risultati ottenuti entro 2-3 anni.

Allo stesso tempo, vi è una difficoltà atavica a mettere in rete le esperienze realizzate, così come ad instaurare delle interazioni positive tra i vari gruppi di ricerca e le amministrazioni regionali, rischiando di perdere i potenziali vantaggi derivabili dall'attuazione di sinergie.

Un altro aspetto di notevole importanza che è emerso dalle esperienze effettuate riguarda la necessità di affrontare le problematiche attraverso un'impostazione interdisciplinare, applicando il concetto di "biodiversità" anche all'approccio culturale.

Sebbene questa sia una regola valida in tutti i campi e già affrontata in altre occasioni, va sottolineato che è ancora più necessaria nello studio degli ecosistemi forestali e soprattutto della biodiversità negli ecosistemi forestali, dove la complessità e la molteplicità dei fattori da considerare e dei processi da analizzare richiedono la partecipazione di specialisti nei vari settori.

Il principale problema emerso nella realizzazione delle esperienze presentate riguarda la differenza di approccio, di punti di vista e di linguaggio tecnico utilizzato tra i forestali e le altre professionalità.

Queste difficoltà non si percepiscono nel caso di lavori multidisciplinari o pluridisciplinari, in cui ogni specialista o gruppo di specialisti lavora autonomamente su un programma comune, ma diventa centrale nel caso in cui si preveda una modalità di lavoro interdisciplinare, dove il progetto nasce e si sviluppa attraverso confronti e interazioni continue tra le differenti discipline.

La difficoltà a lavorare in ambito interdisciplinare è culturalmente radicata nella figura del forestale, abituato storicamente a gestire in autonomia le zone boscate e instaurando spesso un rapporto chiuso tra foresta e forestale: i nuovi orizzonti culturali che si diffondono nella società contemporanea necessitano però di superare questa dicotomia e di allargare i campi di indagine attraverso nuovi contributi e nuove proposte, accettando e ricercando la "biodiversità" connessa ad un simile approccio. Si tratta di un processo che nelle prime fasi implica necessariamente affinamenti progressivi e continue mediazioni, sino ad arrivare a una condivisione totale degli obiettivi da raggiungere e alla definizione di una modalità di lavoro integrata.

Superare queste difficoltà e sperimentare nuove forme di promozione della selvicoltura sarà quindi tra gli obiettivi dell'amministrazione regionale nei prossimi anni.

SUMMARY

Is it possible to propose innovations in forest management presenting new approaches and new technical solutions?

Following the Regional Forest Plan in 1998, the Umbria region has developed several researches and experimental / demonstrative actions about the management of coppice forests, in order to promote new approaches for the forest management in consideration of the environmental, hydrogeological and landscape needs.

Particularly, the promoted actions have been realized within the projects TRASFORM, SUMMACOP and RECOFORME.

These projects are characterized by a very operational approach, which intends to maximize the economic and the environmental aspects, with particular interest to the ecological characteristics and specifically to the structural and biological diversity, both flora and fauna.

After presenting the main actions carried out within each project and the main results obtained, the contribution focuses on the problems encountered in implementation of these projects.

In general, the results obtained have been considered satisfactory and several concrete and quantifiable results have been achieved. However, the results are not considered sufficient in order to determine a real and incisive change in the operative and cultural approach to the coppice management.

The main issues to be addressed and resolved to achieve this goal include the need for scientific investigation, monitoring continues, creation of heterogeneous and interdisciplinary workgroups, availability of economic resources accessible and continue over time.

Est-il possible toujours de proposer des innovations dans la gestion des forêts avec la présentation de nouvelles approches et de nouvelles solutions techniques?

Suite à la rédaction du Plan Forestier Régional en 1998, la région de l'Ombrie a créé une série de travaux de recherche et des actions d'expérimentation / démonstration sur la gestion des taillis, avec l'objectif de promouvoir de nouvelles approches pour la gestion des forêts, avec la prise en compte des aspects environnementaux, des aspects hydrogéologiques et du paysage.

Cettes actions ont été menées en particulier avec les projets TRASFORM, SUMMACOP et RECOFORME.

Ces projets se caractérisent par une approche très opérationnelle, qui vise à maximiser les retombées économiques et les aspects environnementaux, avec un intérêt particulier pour les caractéristiques écologiques et plus particulièrement pour les aspects structurels et pour la diversité biologique (faunistique et floristique).

Après avoir présenté les principales actions menées au sein de chaque projet et les principaux résultats obtenus, la contribution se concentre sur les problèmes rencontrés dans la mise en œuvre de ces projets.

En général, les résultats obtenus ont été jugés satisfaisants, et une série de mesures concrètes et des résultats quantifiables ont été réalisés. Toutefois, les résultats ne sont pas jugés suffisants pour déterminer un réel et incisif changement dans l'approche culturelle pour la gestion des taillis.

Les principales questions à traiter et résoudre concernent l'approfondissement de la recherche scientifique, la prédisposition d'un programme de surveillance à long terme, la création des groupes de travail hétérogènes et interdisciplinaires, la disponibilité des ressources économiques accessibles et constantes au fil du temps.

BIBLIOGRAFIA

- CRA, Istituto Sperimentale per l'Assessment Forestale e per l'Alpicoltura, 2007 – *Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio, INFC. Le stime di superficie 2005. Prima parte*. Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali, Corpo Forestale dello Stato. Trento, febbraio 2007, pp. 413.
- Ferretti M. et al. (a cura di), 2002 – *Il progetto TRASFORM*. Regione Umbria, 96 pp.
- AA.VV., 2002 – *Gestione sostenibile e multifunzionale dei boschi cedui: il progetto SUMMACOP. Esperienze, attività, risultati*. Regione dell'Umbria, Perugia, 192 pp.
- Fratteggiani M., 2007 – *Stima delle emissioni di CO₂ e dei costi di trasporto per l'utilizzazione delle biomasse forestali a fini energetici*. Relazione conclusiva sulle attività svolte all'interno del progetto "Gestione sostenibile delle foreste ed utilizzo delle biomasse forestali a fini energetici". Regione Umbria, 56 pp.
- Regione dell'Umbria, 1999 – *Piano Forestale Regionale per il decennio 1998-2007*. Supplemento n. 1 al Bollettino Ufficiale della Regione dell'Umbria, serie generale, n. 22 del 21.04.1999.
- Regione Umbria, 2006 – *I boschi del Trasimeno. Dati*,

informazioni e attività del progetto RECOFORME. CD-Rom + DVD. Regione Umbria, Unione Europea.
Savini P., 2007 – *Indirizzi metodologici per la redazione di piani di approvvigionamento per l'utilizzazione delle biomasse forestali a fini*

energetici. Relazione conclusiva sulle attività svolte all'interno del progetto "Gestione sostenibile delle foreste ed utilizzo delle biomasse forestali a fini energetici". Regione Umbria, 56 pp.

LA BIODIVERSITÀ DELLE FORMAZIONI NATURALI E SEMINATURALI IN SICILIA: CAMBIAMENTI E IPOTESI DI GESTIONE

(*) Dipartimento di Colture Arboree, Università di Palermo

Sottoposta a pesanti trasformazioni a partire dal periodo protostorico, la Sicilia ha visto sparire buona parte delle formazioni naturali che occupavano la superficie dell'Isola. Queste trasformazioni hanno provocato la sparizione di intere comunità vegetali ed animali e l'entità di queste modifiche può essere solamente in parte apprezzata – ma più spesso ipotizzata – sulla base di frammentarie testimonianze. Scopo dello studio è stato quello di valutare i cambiamenti delle comunità animali e vegetali nel corso dei secoli. Sino alla fine dell'ottocento un equilibrio tutto sommato stabile si era determinato nell'Isola. L'attività agricola aveva certamente cambiato le proporzioni degli habitat contribuendo alla diffusione di comunità “steppiche” a scapito di quelle forestali. Gli animali domestici surrogavano efficacemente le comunità di mammiferi selvatici ormai sparite e la transumanza contribuiva a distribuire nello spazio e nel tempo il carico animale. Le comunità forestali superstiti risultavano semplificate dalle utilizzazioni, la carbonificazione ad esempio selezionava le specie più idonee alla produzione di carbone come il leccio. Il secolo scorso ha visto cambiamenti radicali che hanno provocato risultati contraddittori sulla diversità. I cambiamenti nell'agricoltura hanno avuto refluenze negative sull'intero sistema mentre la mancata gestione dei boschi si è tradotta in un fattore di decremento del loro valore. Su tutto ciò si inserisce l'opera titanica e meritoria di riforestazione che si è dovuta misurare con limiti ambientali ma poi anche con una mancata precoce valutazione delle tecniche adoperate che avrebbe consentito di indirizzare più efficacemente gli interventi futuri.

Parole chiave: storia, paesaggio, estinzione, uccelli, allevamento.

Key words: story, birds, forest, agriculture, breeding animals.

Mots clés: histoire, oiseaux, forêts, agriculture, élevage animaux.

1. PREMESSA

La Sicilia vanta una storia umana molto lunga e complessa, è stata per lungo tempo un punto nevralgico del mondo mediterraneo, nonché crocevia di popoli diversi da cui ha mutuato e conservato aspetti culturali, sociali, linguistici, ecc. La lunga storia ha determinato una antica trasformazione del paesaggio originario ed è oggi quasi impossibile stabilire quello che l'attività antropica ha fatto sparire o ridurre. Una certa situazione di equilibrio tra l'attività agricola e forestale si era tuttavia stabilita ma esso è stato spezzato dalle trasformazioni avvenute soprattutto nel secolo scorso. Questo contributo vuole fornire alcuni dati sulla evoluzione della diversità siciliana.

2. ALCUNE CENNI SULLA DIVERSITÀ AMBIENTALE DELLA SICILIA

Le ragioni della diversità biotica della Sicilia vanno rintracciate nella forte eterogeneità ambientale, la Sicilia mostra, infatti, una straordinaria eterogeneità in termini di numero di tipologie bioclimatiche (Brullo *et al.*, 1996; Drago *et al.*, 2000) che vanno dall'inframediterraneo al criomediterraneo della sommità dell'Etna. Le tipologie forestali più diffuse sono da ricondurre alle macchie mediterranee, tipiche degli ambiti bioclimatici termo- e mesomediterraneo secco/subumido, ai querceti caducifogli (a *Quercus pubescens s.l.*) e sempreverdi (lecceti e sughereti), diffusi per lo più nel bioclina mesomediterraneo, alle cerrete e faggete dei contesti mesomediterraneo umido/iperumido

e supramediterraneo umido/subumido (La Mantia *et al.*, 2000 e 2001). Anche la geologia giustifica la grandissima eterogeneità biotica essendo presenti circa 24 formazioni geologiche (A.A.V.V., 1996) e naturalmente la fortissima eterogeneità pedologica (Fierotti, 1988). Il ruolo rifugio svolto durante l'ultima glaciazione nonché l'altitudine, superiore ai 3.000 m dell'Etna, completano questa sintesi.

3. UNA STORIA DI TRASFORMAZIONI ANTICHE

Una immagine spesso riproposta (A.A.VV., 1992) descrive la Sicilia interamente ricoperta di boschi. Al di là delle valutazioni che possono compiersi in ordine ai caratteri della vegetazione potenziale, la rappresentazione proposta è frutto di fantasia. Utilizzando i dati raccolti in occasione di recenti ricerche e altri dati inediti (Cannella, 2007) abbiamo tentato di ricostruire la presenza di boschi in Sicilia sino all'800. Dalla sovrapposizione compiuta con ipotesi basate sulle potenzialità (A.A.VV., 1992, 1996) e dati palinologici emerge con chiarezza che i boschi prima delle trasformazioni antropiche erano certamente molto diffusi. Con altrettanta certezza in Sicilia erano presenti vaste superfici aperte e diversi elementi possono apportarsi a sostegno di ciò: 1) la presenza di numerose specie vegetali endemiche legate agli ambienti aperti di differenti bioclimi (Raimondo *et al.*, 1994, 2001); 2) la presenza di molte specie animali, uccelli in particolare legate ad ambienti aperti. Questo ultimo aspetto è contestabile se si considera la mobilità degli uccelli ma alcune specie non compiono spostamenti migratori (quaglia tridattila, calandra) mentre altre

le compiono ma con difficoltà (Gallina prataiola). Non è quindi ipotizzabile che gli ambienti aperti come le praterie fossero esclusivamente formazioni primarie. Probabilmente fattori come gli incendi (altrimenti non esisterebbero in Sicilia le pirofite!) dovevano periodicamente ma naturalmente interessare l'Isola contribuendo a (ri)creare in continuo degli spazi aperti. Il tema naturalmente è stato affrontato approfonditamente per gli ambienti mediterranei (cfr. ad es. Grove, Rackham, 2001; Naveh and Lieberman, 1993) e gli Autori sottolineano comunque il ruolo svolto dall'uomo nell'incrementare la biodiversità. La problematica sull'espansione delle specie "termofile e da ambienti aperti" è stata affrontata anche per il centro e nord Europa ad esempio dagli ecologi tedeschi che attribuiscono un ruolo importante all'azione dell'uomo che, però, nel caso del centro Europa, ha fatto "scivolare" verso nord specie altrimenti diffuse più a sud (Korneck *et al.*, 1998).

Non sono disponibili dati sulle superfici forestali dell'isola se non parziali ed esclusivamente a partire dall'800 (Tab. 1), secolo che segna la *debaçle* dei boschi siciliani e nel quale si consuma la "folle deforestazione" (Ventura, 2002). Molteplici ragioni concorrono a determinare questo depauperamento tra cui la scomparsa del feudalesimo mentre a poco servirono la legge forestale del 1827 e poi la legge del 1877 definita, inoltre, "antiforesta-le" (Lorenzon in Ventura, 2002). La contrazione delle superfici forestali nell'800 coincide, non a caso, con la crisi della grande fauna siciliana legata ai boschi, dei sette mammiferi estinti, infatti, cinque (Tab. 2), erano legati al bosco (Massa e La Mantia, 2007; La Mantia e Cannella, 2008). La deforestazione continua massicciamente nel '900-periodo durante il quale si espande, inoltre, l'agricoltura-raggiungendo l'apice durante la seconda guerra mondiale durante la quale oltre alle ingenti distruzioni e danneggiamenti (rispettivamente 7.336.000 e 2.405.000 alberi secondo Ascuito, 1992), furono numerosi i tagli. In questo periodo vengono tagliati ad esempio i boschi di Ficuzza (Giardina, 1977) e dell'Etna. È probabilmente dovuto a ciò la sparizione definitiva di alcune specie di picchi anche se probabilmente in Sicilia erano *bordering* dalla vicina Calabria (Tab. 3).

4. UN PRECARIO EQUILIBRIO SPEZZATO DALLA MODERNITÀ

Il periodo post-bellico coincide con quattro fatti importanti per l'ecosistema siciliano nel suo complesso (Tab. 4): 1) inizia l'opera imponente di rimboschimento; 2) vengono bonificate molte zone umide; 3) cambia tumultuosamente l'agricoltura espandendosi nelle aree costiere con colture intensive ma, in particolare, aumentano gli input per tutte le colture anche estensive; 3) si ridimensiona drasticamente la zootecnia e la transumanza.

Ancora una volta i dati avifaunistici rispecchiano tutto ciò, spariscono infatti 4 specie legate agli ambienti umidi (Tab. 3), le specie legate agli ambienti aperti e alle garighe costiere (Quaglia tridattila) e altre (Grifone e Gallina prataiola) che in misura tra loro differente dipendevano dai sistemi cerealicoli-zootecnici (Tab. 3). L'opera di rimboschimento è di fatto imponente e si scontra con enormi difficoltà e limiti ambientali. Pur non potendo compiersi una analisi dettagliata delle tecniche, si interviene a rimboschire ex seminativi ma spesso anche praterie e garighe con

l'effetto di distruggere queste comunità (La Mantia, 2002) come nel caso delle praterie a *Lygeum* senza conseguire vantaggi ambientali a causa della scarsa crescita degli alberi. L'opera di bonifica delle zone umide viene invece attuata per ridurre l'incidenza della malaria e coincide comunque con una fase di espansione dell'agricoltura che culminerà con la diffusione della serricoltura nella Sicilia meridionale che cancellerà interi habitat come le dune costiere (La Mantia e Barbera, 2003). L'agricoltura si affranca dalla zootecnia e dalla rotazione per quanto concerne la concimazione e si diffonde l'uso, oltre che dei fertilizzanti, dei fitofarmaci e dei diserbanti (cfr. La Mantia e Barbera, 2003). Tutto ciò ha ricadute anche nell'allevamento, il numero di animali si ridimensiona, infatti, drasticamente e, di fatto, sparisce la transumanza. Alla fine di questo percorso altri fattori intervengono a complicare questo quadro, tra cui l'arboricoltura da legno, occasione mancata innanzitutto per la filiera legno ma poi anche per l'ambiente nel suo complesso. Gli impianti, infatti, lungi dal raggiungere standard produttivi anche minimi diventano elemento di alterazione di ecosistemi (La Mantia, 2002). Le successive misure agro ambientali, inoltre, purtroppo non sempre conseguono i risultati sperati (La Mantia e Barbera, 2007).

5. PROSPETTIVE E CONCLUSIONI

Ricorrendo ancora una volta all'avifauna (Tab. 5), le tendenze recentissimamente analizzate (Massa *et al.*, 2008) confermano la riduzione delle popolazioni di molte delle specie legate agli ambienti aperti e l'incremento e la sostanziale stabilità delle specie legate ai boschi, tendenza comune a tutta l'Europa (Commission of the European Communities, 2004). Va sottolineato però che le specie forestali legate ad habitat particolari e molto vicini probabilmente alla massima naturalità potenziale dei boschi in particolare l'endemica Cincia bigia di Sicilia hanno popolazioni stabili e non in espansione come molte delle fanerofite legate ai boschi maturi che appaiono localizzate e rare (La Mantia e Pasta, 2005). Tutto ciò conferma la necessità di gestire adeguatamente i boschi esistenti (Tab. 4) e avviare i rimboschimenti, almeno quelli non produttivi, verso condizioni di maggiore naturalità. Questi, infatti, appaiono ancora oggi in molti casi eccessivamente densi e, quasi paradossalmente, assumono una maggiore funzione nella conservazione della biodiversità se disturbati dagli incendi (Maggiore *et al.*, 2005). Ma le soluzioni per bloccare la perdita della biodiversità non possono essere praticate *solamente* a livello aziendale. Vanno quindi stabilite le possibilità/priorità di intervento nel settore Forestale (ma anche Agrario e Zootecnico) a scala di ambiti territoriali omogenei. In questo senso va compiuta una valutazione del ruolo del PSR che rischia di non conseguire reali vantaggi ambientali se non addirittura di tradursi in elemento di frammentazione dei residui agroecosistemi aperti. In questo ambito si inserisce la valutazione che deve essere compiuta per stabilire a che scala spazio-temporale devono essere attuati oggi gli interventi nel settore forestale che dovrebbero "ricucire" i boschi esistenti – il redigendo Piano Forestale Regionale individua tra le aree a priorità di intervento proprio quelle che, una volta rimboschite, consentano di collegare boschi già presenti- e dare una funzione agli impianti della cosiddetta arboricoltura da legno. Tenendo conto, inoltre, che

bisognerà conciliare la possibilità di realizzare i nuovi boschi con l'applicazione della Direttiva Habitat che tutela buona parte delle praterie. Per il potentissimo ruolo che può svolgere il pascolo, elemento per la preservazione degli habitat preforestali ed elemento chiave degli agro e silvosistemi va studiato come fare convivere le riduzioni dei pascoli operate dalle trasformazioni di uso del suolo con questa attività. Probabilmente anche intervenendo, come avviene nei prati-pascolo alpini, bloccando l'espansione degli arbusti (Pasta *et al.*, in stampa). Naturalmente un ruolo fondamentale lo svolge l'agricoltura ma proprio in agricoltura bisognerà pianificare gli interventi per evitare che azioni di riduzione degli input o della applicazione delle

misure agroambientali attuati in livello aziendale non sortiscano gli effetti sperati.

Come ha scritto Massa (2008): "La conservazione delle risorse naturali negli ecosistemi agrosilvoastorali mediterranei passa certamente attraverso una gestione più razionale e un rapporto più equilibrato tra ambienti rurali e naturali".

RINGRAZIAMENTI

Un sentito ringraziamento al Prof. M. Schnittler per le preziose informazioni sulla Germania e a Bruno Massa per il continuo e proficuo scambio di idee su questi temi.

Anno	Naturali	Note
1819*	71742	Province di Pa, Tp, Ag, Cl a cui si possono sommare 31.000 dell'Etna*
1847*	26117	
1911**	98.000	
1947**	85.643	
1966**	159.000	di cui 80.777 rimboscimento (Asciuto, 1992)
1976**	200.804	
1991**	260.250	
1999**	217.005	

cfr. Ventura, 2002; ** cfr. La Mantia e Barbera, 2003

Tabella 1. Cambiamenti nella superficie forestale nei tempi moderni.

Table 1. Changes in forest surface in modern times.

Tableau 1. L'évolution des forêts dans les temps modernes.

Specie	Periodo di estinzione	Habitat	Cause
Foca monaca <i>Monachus monachus</i>	Dopo 1975	Coste marine	Persecuzione umana; deriva genetica casuale (sensu Kimura cfr. Massa, 2008)?
Lontra <i>Lutra lutra</i>	Prima del 1850?	Fiumi	Perdita dell'habitat; interferenze umane; deriva genetica casuale (sensu Kimura cfr. Massa, 2008)?
Lupo <i>Canis lupus</i>	Circa 1935	Boschi, aree agricole con presenza però di aree boscate e impervie	Caccia; persecuzione umana
Cervo <i>Cervus elaphus</i>	Prima del 1800	Boschi	Caccia; perdita dell'habitat
Daino <i>Dama dama</i>	Circa 1845	Boschi	Caccia; perdita dell'habitat
Capriolo <i>Capreolus capreolus</i>	Circa 1870	Boschi	Caccia; perdita dell'habitat
Cinghiale <i>Sus scrofa</i>	Circa 1870	Boschi	Caccia

Tabella 2. Mammiferi estinti in Sicilia (Da Massa e La Mantia, 2007 e La Mantia e Cannela, 2008, mod.).

Table 2. Extinct mammals in Sicily (from Massa and La Mantia, 2007 and La Mantia and Cannela, 2008, mod.).

Tableau 2. Éteint mammifères en Sicile (par Massa et La Mantia, 2007 et La Mantia et Cannela, 2008, mod.).

Specie	Periodo di estinzione	Habitat	Cause
Francolino <i>Francolinus francolinus</i>	Circa 1840	Macchia	Caccia; trasformazione degli habitat
Gobbo rugginoso <i>Oxyura leucocephala</i>	Prima del 1869	Zone umide	Bonifiche
Picchio nero <i>Dryocopus martius</i>	Prima del 1900	Boschi	Taglio dei boschi; deriva genetica casuale (sensu Kimura cfr. Massa, 2008)?
Gipeto <i>Gypaetus barbatus</i>	Dopo il 1916	Zone montuose	Caccia; popolazione ridotta; deriva genetica casuale (sensu Kimura cfr. Massa, 2008)?
Quaglia tridattila <i>Turnix sylvatica</i>	Circa 1920	Gariga a palma nana	Caccia; trasformazione degli habitat
Picchio verde <i>Picus viridis</i>	Circa 1930	Boschi	Taglio dei boschi; deriva genetica casuale (sensu Kimura cfr. Massa, 2008)?
Picchio rosso minore <i>Dendrocopus minor</i>	Circa 1930	Boschi	Taglio dei boschi; deriva genetica casuale (sensu Kimura cfr. Massa, 2008)?
Fistione turco <i>Netta rufina</i>	Dopo il 1943	Zone umide	Bonifiche
Pollo sultano <i>Porphyrio porphyrio</i>	Dopo 1950	Zone umide	Bonifiche; caccia

(Segue)

<i>(Segue Tabella 3)</i>			
Basettino <i>Panurus biarmicus</i>	Tra il 1930 e il 1950	Zone umide	Bonifiche
Falco pescatore <i>Pandion haliaetus</i>	Circa 1968	Coste marine	Disturbo ai siti di nidificazione; deriva genetica casuale (sensu Kimura cfr. Massa, 2008)?
Grifone <i>Gyps fulvus</i>	1965	Nidificava su pareti rocciose ma si alimentava di animali domestici	Caccia; trasformazione degli habitat; cambiamenti nel settore agricolo e pastorale
Gallina prataiola <i>Tetrax tetrax</i>	Circa 1970	Steppe cerealicolo-zootecniche	Caccia; cambiamenti nel settore agricolo
Gufo reale <i>Bubo bubo</i>	Ultima osservazione: 1978	Boschi, aree agricole con presenza però di aree boscate e impervie	Deriva genetica casuale (sensu Kimura cfr. Massa, 2008)? Caccia? Taglio dei boschi

Tabella 3. Uccelli estinti in Sicilia (Da Massa e La Mantia, 2007; La Mantia e Cannella, 2008, mod.).

Table 3. Extinct birds in Sicily (from Massa and La Mantia, 2007; La Mantia and Cannella, 2008, mod.).

Tableau 3. Éteint oiseaux en (par Massa et La Mantia, 2007; La Mantia et Cannella, 2008, mod.).

<i>Sistemi</i>	<i>Effetti sulla biodiversità determinati dai cambiamenti intervenuti dalla seconda metà del secolo scorso</i>	<i>Interventi proposti in sintesi</i>
Boschi naturali	L'abbandono culturale è stato nel complesso negativo per la riduzione della diversità territoriale forse positivo per poche specie.	Pianificazione.
Rimboschimenti	La loro realizzazione ha comportato una perdita di biodiversità. Abbandono e rinaturalizzazione hanno un effetto positivo, per gli incendi dipende dalla loro frequenza. Utilizzazioni: non valutata.	Facilitare la rinaturalizzazione in quelli non produttivi e pianificarne l'utilizzazione in quelli produttivi.
Arboricoltura da legno	La loro realizzazione ha comportato una perdita di biodiversità, positivo per specie forestali eurivalenti.	Facilitare la rinaturalizzazione.
Vegetazione preforestale (garighe arbusteti)	Il loro degrado per gli incendi è negativo ma la espansione degli arbusteti sottrae spazi alle praterie secondarie.	Bloccarne l'espansione preservare le formazioni primarie.
Prati e praterie secondarie e primarie	La loro riduzione, l'intensificazione degli incendi e del pascolo risulta particolarmente negativa.	Bloccarne la riduzione e il degrado.
Agricoltura di pieno campo	Effetti negativi sulla biodiversità determinati dai cambiamenti nelle tecniche agronomiche e dalla riduzione delle superfici.	Bloccarne la riduzione e la frammentazione e cambiare le tecniche.
Frutticoltura asciutta	Effetti negativi sulla biodiversità determinati dai cambiamenti nelle tecniche agronomiche e dalla riduzione delle superfici.	Bloccarne la riduzione e la frammentazione e cambiare le tecniche.
Frutticoltura irrigua	Cambiamenti nelle tecniche agronomiche particolarmente negative per la biodiversità. Indirettamente negativa per sottrazione di superfici appartenenti agli altri sistemi.	Bloccarne l'espansione e cambiare le tecniche.

Tabella 4. Cambiamenti nei sistemi agroforestali dalla metà del secolo scorso, effetti sulla biodiversità ed in sintesi interventi proposti.

Table 4. Changes in agroforestry systems in the last mid-century, effects on biodiversity and proposals of intervention.

Tableau 4. Les changements dans les systèmes agroforestiers dans le dernier demi-siècle, les effets sur la biodiversité et propositions d'action.

<i>Habitat</i>	<i>N° specie con popolazioni in incremento</i>	<i>N° specie con popolazioni stabili</i>	<i>N° specie con popolazioni in decremento</i>
Boschi	1. Sparviero (<i>Accipiter nisus</i>) 2. Picchio rosso maggiore (<i>Dendrocopos major</i>) 3. Tordela (<i>Turdus viscivorus</i>) 4. Pettiroso (<i>Erithacus rubecula</i>) 5. Lui piccolo (<i>Phylloscopus collybita</i>) 6. Fiorrancino (<i>Regulus ignicapilla</i>) 7. Cincia mora (<i>Periparus ater</i>)	1. Cincia bigia di Sicilia (<i>Poecile palustris siculus</i>) 2. Picchio muratore (<i>Sitta europaea</i>) 3. Lucherino (<i>Carduelis spinus</i>) 4. Crociere (<i>Loxia curvirostra</i>)	1. (?) Colombella (<i>Columba oenas</i>)
Ambienti cerealicoli (specie che nidificano per terra: alaudidae)	-	1. Allodola (<i>Alauda arvensis</i>) (come nidificante è esclusivamente montana)	1. Calandra (<i>Melanocorypha calandra</i>) 2. Calandrella (<i>Calandrella brachydactyla</i>)
Ambienti cerealicoli (specie che nidificano in alberi isolati: Laniidae)	-	-	1. Averla cenerina (<i>Lanius minor</i>) 2. Averla capirossa (<i>Lanius senator</i>)

Tabella 5. Trend degli uccelli nidificanti legati ad habitat strettamente forestali o ad ambienti aperti (da Massa *et al.*, 2008, mod.).

Table 5. Trend of birds closely tied to wood or open habitats (from Massa *et al.*, 2008, mod.).

Tableau 5. Tendence des oiseaux étroitement liée à des forêts ou des environnements ouverts (par Massa *et al.*, 2008, mod.).

SUMMARY

THE CHANGE OF BIODIVERSITY IN SICILY AND HYPOTHESIS OF MANAGEMENT

A large part of the natural formations that occupied the surface of Sicily have disappeared because of heavy transformations beginning from the ancient time. These transformations have provoked the disappearance of entire communities plants and animals but the entity of these modifications can be only partially appreciated or assumed on the base of fragmentary data. Scope of this study is to evaluate changes in plant and animal communities in the course of the centuries. Until the end of the nineteenth century on the whole an equilibrium was established in the Island. The agricultural activity had surely changed the proportions of the habitats contributing to the spread of open spaces communities to the detriment of forest communities. The domestic animals effectively replaced the communities of wild mammals and the "transumanza" (seasonal migration of domestic animals from mountain to plains and *vice versa*) contributed to distribute in the space and the time the animal load. The last forest communities become where simplified by utilization. The last century has seen radical changes that provoked conflicting results on the biodiversity. Changes in agriculture had negative effects on the entire system while lack of forest management became a factor of decrease of their values. In the same time the huge and meritorious activities of reforestation encountered environmental limitations but also lack of early evaluation of the techniques that would have effectively address the future activities of reforestation.

RÉSUMÉ

LE CHANGEMENT DE LA BIODIVERSITE EN SICILE ET HYPOTHESES DE GESTION

A partir de la période ancienne, la Sicile a vu disparaître une bonne partie des formations naturelles qui occupaient la surface de l'Île. Ces transformations ont provoqué la disparition d'entières communauté végétales et animales mais l'entité de ces modifications peut être seulement en partie estimée - mais plus souvent présumée sur la de base de fragmentaires témoignages. L'Objectif de l'étude a été cela d'accomplir une évaluation des communauté végétales et animales dans le passé et de leurs changements dans le cours des siècles. Jusqu'à à la fin du dix-neuvième siècles un équilibre, s'était défini dans l'Île. L'activité agricole avait certainement changé les proportions des habitats en contribuant à la diffusion de communauté de la steppe au détriment des forêts. Les animaux domestiques remplaçaient efficacement les mammifères sauvages et la transhumance contribuait à distribuer dans l'espace et dans le temps le chargement animal. Les forêts survivantes résultaient simplifiées par leurs utilisations. Le siècle passé a vu des changements radicaux qui ont provoqué des résultat contradictoires sur la diversité. Les changements dans l'agriculture ont influencé négativement l'entier système et l'absence de gestion des forêts s'est traduite dans un facteur de décrétement de valeurs des forêts mêmes.

Sur tout cela on insère l'oeuvre titanique et méritoire de reboisement qui on est dû mesurer avec des limites environnantes mais ensuite même avec une non évaluation des techniques employées qui auraient permis d'adresser plus efficacement les interventions futures.

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV., 1992 – *I boschi di Sicilia*. Arbor, Palermo.
- AA.VV., 1996 – *Linee Guida del Piano Paesistico Regionale*. Regione Siciliana, 200 pp.
- Asciuto G., 1992 – *Dislocazione, consistenza e produttività del bosco*. In AA.VV., 1992 - *I boschi di Sicilia*. Ed. Arbor, 19-23 pp.
- Brullo S., Scelsi F., Siracusa G., Spampinato G., 1996 – *Caratteristiche bioclimatiche della Sicilia*. Giornale Botanico Italiano, 130 (1): 177-185.
- Cannella Z., 2007 – *Le trasformazioni del paesaggio nel periodo greco, romano ed arabo- normanno in Sicilia attraverso l'analisi critica dei testi antichi*. Tesi di laurea. Facoltà di Agraria, Corso di Laurea in Scienze Forestali ed Ambientali, Relatore T. La Mantia, 69 pp.
- Commission of the European Communities, 2004 – *Proposal for a Council Regulation on support to Rural Development by the European Agricultural Fund for Rural Development - Extended Impact Assessment*. Brussels.
http://ec.europa.eu/agriculture/capreform/rurdevprop_en.pdf.
- Drago A., 2002 – *Atlante climatologico della Sicilia*. Servizio Informativo Agrometeorologico Siciliano, Assessorato Agricoltura e Foreste Regione Siciliana.
- Fierotti G., 1988 – *Carta dei suoli della Sicilia. (Scala 1:2.500.000)*. Assessorato Territorio ed Ambiente Regione Siciliana, Università degli Studi di Palermo. Facoltà di Agraria - Istituto di Agronomia Generale - Cattedra di Pedologia.
- Giardina G., 1977 – *La vegetazione e la fauna del Bosco di Ficuzza*. In: Giardina G. e Scarpulla A. (a cura di), "Bosco di Ficuzza tra storia e natura". Azienda Foreste Demaniali, 29-46 pp.
- Grove A.T., Rackham O., 2001 – *The nature of mediterranean Europe. An ecological history*. Yale Univ. Press, New Haven, 384 pp.
- Korneck D., Schnittler M., Klingenstein F., Ludwig G., Takla M., Bohn U., May, 1998 – *Warum verarmt unsere Flora? Auswertung der Roten Liste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands*. Schriftenreihe für Vegetationskunde, 29: 299-444.
- La Mantia T., Cannella Z., 2008 – *Note sulla presenza storica dei grossi mammiferi in Sicilia*. In AA.VV. *Atlante della biodiversità della Sicilia*. Vertebrati terrestri. Studi e Ricerche, 6, Arpa Sicilia, Palermo, 87-106.
- La Mantia T., 2002 – *L'arboricoltura da legno nel paesaggio siciliano*. In "Rimboschimenti e piantagioni nelle trasformazioni del paesaggio". Quaderni IAED, n. 15: 135-153.
- La Mantia T., Barbera G., 2003 – *Evoluzione del settore agroforestale e cambiamenti del paesaggio in Sicilia*, in F. Lo Piccolo, F. Schilleci (a cura di), *A Sud di Broddingnag. L'identità dei luoghi: per uno sviluppo locale autosostenibile nella Sicilia occidentale*, Franco Angeli, Roma:118-150.

- La Mantia T., Barbera G., 2007 – *Le siepi e la biodiversità dei sistemi agrari e agroforestali*. Alberi e Territorio 3: 25-30.
- La Mantia T., Marchetti M., Cullotta S., Pasta S., 2000 – *Materiali conoscitivi per una classificazione dei tipi forestali e preforestali della Sicilia - I parte: metodologia ed inquadramento generale*. Italia Forestale e Montana, 5: 307-326.
- La Mantia T., Marchetti M., Cullotta S., Pasta S., 2001 – *Materiali conoscitivi per una classificazione dei tipi forestali e preforestali della Sicilia. II parte: descrizione delle categorie*. Italia Forestale e Montana, 1: 24-47.
- La Mantia T., Pasta S., 2005 – *The Sicilian phanerophytes: still a noteworthy patrimony, soon a lost resource?* IUFRO Conference 15 November 2003, Firenze “Monitoring and indicators of forest biodiversity in Europe - from ideas to operationality”, Marchetti M., (ed.) EFI Proceedings n. 51: 515-526.
- Maggiore C., Cutino I., Marchetti M., Pasta S., La Mantia T., 2005 – *La dinamica degli incendi e l'effetto degli interventi selvicolturali sui soprassuoli a pino d'Aleppo e domestico percorsi da incendio in un comprensorio boscato mediterraneo (Sicilia Nord-occidentale)*. Società Italiana di Selvicoltura ed Ecologia Forestale, Atti del IV Congresso Meridiani Foreste, Rifreddo (Pz) 7-10 Ottobre 2003: 237-244.
- Massa B., La Mantia T., 2007 – *Forestry, pasture, agriculture and fauna correlated to recent changes in Sicily*. Forest@ 4 (4): 418-438. <http://www.sisef.it/forest@/>.
- Massa B., La Mantia T., Rizzo R., 2008 – *Status ed andamento delle specie d'uccelli nidificanti in Sicilia*. In AAVV Atlante della biodiversità della Sicilia. Vertebrati terrestri. Studi e Ricerche, 6, Arpa Sicilia, Palermo, 213-235.
- Massa B., 2008 – *In difesa della biodiversità*. Alberto Perdisa Editore, 347 pp.
- Naveh Z., Lieberman A.S., 1993 – *Landscape Ecology: Theory and Application*. Springer-Verlag, New York.
- Pasta S., Rühl J., La Mantia T., 2008 – *I cambiamenti in corso nei paesaggi agroforestali delle montagne mediterranee: il caso studio siciliano*. Atti del Convegno “Trasformazioni dei paesaggi montani nell'Appennino Centrale: dalla conoscenza dei modelli alla pianificazione e al recupero ambientale”, l'Aquila, 5 maggio 2006 (In stampa).
- Raimondo F.M., Gianguzzi L., Ilardi V., 1994 – *Inventario delle specie "a rischio" nella flora vascolare nativa della Sicilia*. Quaderni di Botanica Ambientale Applicata, 3: 65-132.
- Raimondo F.M., Schicchi R., Bazan G., 2001 – *Protezione delle specie endemiche minacciate. Iniziativa Comunitaria Interreg II C. Azione pilota Archi med Tip*. Luxograph, Palermo, 117 pp.
- Ventura D., 2002 – *La questione forestale in Sicilia nella pubblicistica di metà Ottocento*. In: Lazzaroni A. (a cura di), “Disboscamento montano e politiche territoriali. Alpi e Appennini dal Settecento al Duemila”, Franco Angeli: Pp. 232-293.

ECOLOGIA E SELVICOLTURA DEI BOSCHI ARTIFICIALI DI CONIFERE DEI MONTI SICANI (SICILIA)

(*) Dipartimento di Colture Arboree, Università di Palermo

I rimboschimenti realizzati in Sicilia dopo il 1950 hanno contribuito notevolmente all'aumento della superficie forestale nell'Isola. In questo lavoro sono descritte e analizzate le caratteristiche ecologiche e selvicolturali dei rimboschimenti localizzati all'interno dei principali siti della Rete Natura 2000 dei Monti Sicani, con l'obiettivo di formulare idonee linee guida di gestione forestale sostenibile finalizzata ad aumentare la loro stabilità ecologico-strutturale e a favorire così i processi di rinaturalizzazione, diffusi spontaneamente in molte aree. L'indagine conoscitiva è stata condotta in ambiente GIS attraverso l'*overlay* tra la distribuzione dei rimboschimenti, classificati a livello di tipo forestale, e le fonti informative geografiche esistenti per la Sicilia (clima, morfologia, litopedologia, rischio desertificazione). Nei rimboschimenti *Pinus halepensis* Mill. è la specie che ha dato i migliori risultati, in particolare in situazioni ambientali idonee, rispetto ad altre conifere mediterranee come *Pinus pinea* L., *Cupressus sempervirens* L., *Cupressus arizonica* Green, *Pinus nigra* Arnold s.l. e *Cedrus atlantica* Manetti. L'indagine realizzata sui rimboschimenti dei Monti Sicani rappresenta lo strumento di base per la redazione dei piani di gestione dei boschi demaniali presenti nell'area che in buona parte ricadono all'interno di riserve naturali regionali. La gestione sostenibile dei boschi artificiali è uno tra i temi più importanti della selvicoltura mediterranea poiché può avere effetti positivi sulla conservazione della biodiversità, sulla mitigazione dei processi di desertificazione e sulla vulnerabilità dei boschi nei confronti degli incendi.

Parole chiave: rimboschimenti, *Pinus halepensis* Mill., rinaturalizzazione, Sicilia.

Key words: reforestation, *Pinus halepensis* Mill., renaturalization, Sicily.

Mots clés: reboisements, *Pinus halepensis* Mill., renaturalisation, Sicile.

1. INTRODUZIONE

I rimboschimenti realizzati in Sicilia dopo il 1950 hanno contribuito notevolmente all'aumento della superficie forestale nell'Isola. Complessivamente tale attività è stata condotta con successo assicurando la protezione idrogeologica di vaste superfici con evidenti modificazioni del paesaggio. Tuttavia, all'enorme sforzo iniziale non è seguita nel tempo una gestione selvicolturale adeguata con evidenti ripercussioni sulla stabilità e sulle dinamiche evolutive degli impianti realizzati che conseguentemente sono più vulnerabili nei confronti delle perturbazioni ambientali (erosione del suolo, clima e attacchi parassitari) e delle pressioni antropiche (pascolo e incendi) (La Mela Veca e Saporito, 2000).

In diverse aree dell'Isola, in conseguenza di tagli sporadici di diradamento o di perturbazioni ambientali (vento, neve) che hanno contribuito a ridurre la densità dei soprassuoli artificiali, si sono diffusi spontaneamente processi di rinaturalizzazione con specie arbustive ed arboree autoctone (Cullotta *et al.*, 2003).

L'area dei Monti Sicani costituisce uno dei comprensori in cui è stata realizzata, a partire dalla metà del secolo scorso, la maggiore estensione di rimboschimenti della Sicilia, nell'ambito della politica di salvaguardia del territorio dal dissesto idrogeologico (La Mela Veca *et al.*, 2004).

In questo lavoro sono descritte e analizzate le caratteristiche ecologico-ambientali dei rimboschimenti di conifere realizzati nei Monti Sicani, con l'obiettivo di formulare idonee linee guida di gestione forestale sostenibile finalizzata ad aumentare la loro stabilità ecologico-strutturale e

favorire così i processi di rinaturalizzazione, spontaneamente diffusi in molte aree.

2. AREA DI STUDIO

I Monti Sicani sono ubicati nella Sicilia Centro-occidentale e si estendono in direzione Est-Ovest da Monte Cammarata a Monte Genuardo, in direzione Nord-Sud da Monte Carcaci a Pizzo Telegrafo, definendo il confine naturale tra la provincia di Agrigento e quella di Palermo (fig. 1).

Il paesaggio dei Sicani è caratterizzato da strette valli fluviali di natura clastica con depositi continentali, come quella del Sosio, da affioramenti carbonatici in quota, che costituiscono quasi tutte le vette ricadenti nel territorio. Tra queste ultime le più elevate sono Monte Cammarata (1546 m s.l.m.) e Monte delle Rose (1436 m s.l.m.).

In accordo con la Carta dei Suoli della Sicilia (Fierotti, 1998) nell'area sono state individuate ben undici associazioni di suolo. Tra queste, quelle maggiormente rappresentate sono: 4) Lithic Xerorthents – Rock outcrop – Lithic Haploxerolls, 20) Typic Xerochrepts – Calcixerollic Xerochrepts – Lithic Xerorthents e 23) Typic Xerochrepts – Calcixerollic Xerochrepts – Typic and/or Lithic Rendolls.

Il territorio indagato presenta lineamenti climatici eterogenei. Le temperature medie annue oscillano tra 9 °C e 25 °C, mentre le precipitazioni medie annue sono comprese tra 485 e 870 mm. La dorsale centrale dei Monti Sicani, secondo la classificazione di Rivas Martinez (1994), presenta un bioclima prevalentemente di tipo Mesomediterraneo-Subumido inferiore con incursioni del Termomediterraneo-Subumido inferiore e Supramediterraneo-Subumido inferiore.

L'area di studio, nonostante sia molto segnata

dall'attività antropica, è caratterizzata da un'elevata biodiversità che si esprime con un alto numero di *habitat* naturali e seminaturali. Anche se non si dispone di studi specifici che interessano l'intera area, i lineamenti generali della flora del comprensorio risultano ben conosciuti, almeno nei caratteri generali grazie ai contributi di diversi botanici del passato (Gussone 1842-44; Lojacono Pojero. 1888-1908). Uno studio più recente (Marcenò *et al.*, 1985), riguardante una vasta area dei Sicani, riporta un elenco di 783 *taxa*, tra cui diverse specie endemiche e rare o di particolare interesse fitogeografico.

Nel comprensorio sono state istituite 4 Riserve Naturali Orientate regionali: "Monte Cammarata", "Monti di Palazzo Adriano e Valle del Sosio", "Monte Carcaci" e "Monte Genuardo e Santa Maria del Bosco" per una superficie complessiva protetta di circa 12.000 ha. Inoltre nel territorio sono stati individuati 14 siti della Rete Natura 2000 per una superficie complessiva di circa 41.000 ha. Dai risultati di un'analisi condotta su 11 siti da La Mela Veca *et al.* (2004) risulta che i boschi artificiali occupano una superficie di 7218 ha (23% della superficie totale dei siti) di cui 5673 ha sono costituiti da rimboschimenti puri o misti a pini mediterranei (pino d'Aleppo, pino domestico e pino bruzio) e cipressi (cipresso comune, cipresso macrocarpo e cipresso dell'Arizona) e 266 ha da soprassuoli puri o misti a *Pinus nigra* e *Cedrus atlantica*.

3. MATERIALI E METODI

L'indagine è stata condotta sui popolamenti artificiali di conifere ricadenti nei principali 8 siti Natura 2000 localizzati lungo la catena montuosa dei Sicani (fig. 1). La distribuzione geografica dei rimboschimenti è stata ottenuta a partire dalla carta dei tipi forestali dei siti Natura 2000 dei Monti Sicani prodotta nell'ambito di un precedente lavoro (La Mela Veca *et al.*, 2004). La classificazione tipologica è stata aggiornata secondo lo schema proposto da La Mela Veca e Cullotta (2005).

La caratterizzazione ecologico-ambientale dei rimboschimenti è stata ottenuta mediante la sovrapposizione in ambiente GIS della carta dei tipi forestali con le seguenti informazioni cartografiche disponibili:

- carta dei suoli, che include anche la carta litologica (Fierrotti, 1988);
- bioclima secondo la classificazione di Rivas Martinez (1994), desunto dall'Atlante climatologico della Sicilia (Drago, 2002);
- carta altimetrica, delle pendenze e delle esposizioni, desunte dal DTM 20x20 della Sicilia elaborato dall'Assessorato Beni Culturali della Regione Sicilia.

Il regime vincolistico è stato determinato sovrapponendo la carta dei rimboschimenti con la carta delle Aree protette, del Demanio Regionale e del vincolo idrogeologico.

Il grado di copertura dei rimboschimenti è stato desunto dalla fotointerpretazione a video di ortofoto digitali secondo tre classi: < 20%, 20-50% e >50%.

I rimboschimenti sono stati classificati per collocazione geografica in base al rischio di desertificazione (Carnemolla *et al.*, 2002).

La discriminazione dei rimboschimenti in base alla idoneità ecologica delle specie impiegate è stata effettuata utilizzando la distribuzione altimetrica e l'esposizione. Con-

siderando l'autoecologia delle specie (Gellini & Grossoni, 1996) e il contesto ambientale dei Monti Sicani, i rimboschimenti sono stati suddivisi in due gruppi: 1) soprassuoli costituiti prevalentemente da specie a temperamento più termofilo (pino d'Aleppo, pino domestico, pino marittimo e cipressi), 2) soprassuoli costituiti prevalentemente da specie a temperamento più mesofilo (cedro dell'Atlante e pino nero). I soprassuoli misti sono stati distinti considerando la specie più importante. I popolamenti del primo gruppo sono stati definiti ecologicamente coerenti se ricadevano in aree con quote inferiori a 800 m s.l.m. oppure tra 800-1000 m s.l.m. ma con esposizione S, SW, W, SE; per il secondo gruppo la coerenza ecologica è soddisfatta dai popolamenti localizzati in aree poste a quote superiori a 1000 m s.l.m. oppure tra 800-1000 m s.l.m. ma con esposizione N, NE, E, NW o in pianura. Per entrambi i gruppi, tutte le aree boscate non rispondenti alle precedenti caratteristiche sono state classificate non ecologicamente coerenti (tab. 1).

4. RISULTATI E DISCUSSIONE

4.1 Localizzazione e regime di protezione

I boschi analizzati occupano una superficie di circa 5600 ha e sono localizzati in diversi comuni delle province di Agrigento (63% circa) e Palermo (37%) (tab. 2). Quasi tutta la superficie (99,2%) ricade in aree con vincolo idrogeologico (*sensu* R.D. n. 3267 del 30/12/1923) mentre l'86,6% è di proprietà del demanio regionale.

Oltre a rientrare integralmente negli 8 siti Natura 2000 i rimboschimenti sono compresi per il 46% circa nelle riserve naturali orientate prima elencate con una distribuzione prevalente nella zona A di riserva (60,46%) (tab. 3).

4.2 Classificazione in tipi forestali e consistenza

Il tipo forestale più diffuso è la pineta a pino d'Aleppo (3332,76 ha, quasi il 60% della superficie). Inoltre questa specie contribuisce alla composizione specifica di altri 12 dei 18 tipi classificati per una ulteriore superficie pari al 22,5% del totale. Gli altri tipi più importanti sono sempre costituiti da conifere tipiche della fascia termomediterranea e cioè il bosco misto a pino d'Aleppo e cipresso comune (8,32%), la pineta a pino domestico, la cipresseta a cipresso comune e il bosco misto a pino d'Aleppo e cipressi, tutti con superficie pari a circa il 4% della superficie totale. La seconda specie più diffusa è il cipresso (comune e dell'Arizona) la quale, considerando sia le formazioni pure sia quelle miste con altre specie, occupa complessivamente una superficie di 1437 ha (circa 25,7% della superficie totale). I tipi costituiti da formazioni pure e miste di conifere tipiche della fascia mesomediterranea occupano l'8% della superficie (cedreta a cedro dell'Atlante, pineta a pino nero e bosco misto a cedro dell'Atlante e pino nero). Il cedro dell'Atlante inoltre partecipa ad altri 6 tipi con una percentuale di quasi l'8,5% della superficie complessiva (tab. 3).

4.3 Caratteristiche ecologiche

L'analisi altimetrica ha messo in evidenza che quasi l'83% dei soprassuoli si trova ad una quota superiore a 800 m s.l.m., di cui circa il 42% è ubicato ad una quota superiore a 1000 m s.l.m. e quasi l'11% sopra i 1200 m s.l.m. (tab. 3).

La classe di pendenza più rappresentata è < 25% (4419 ha pari a quasi 79%). Le altre classi 25-40% e > 40% rappresentano rispettivamente il 20 e circa l'1% della superficie rimboschita (tab. 3).

Con riferimento all'esposizione le superfici rimboschite analizzate presentano una distribuzione eterogenea con una prevalenza sui versanti esposti a S, SW e SE che complessivamente occupano una superficie corrispondente a circa il 40% del totale (2208 ha).

Secondo la classificazione bioclimatica di Rivas Martinez (1994) il 90% dei rimboschimenti (5051,53 ha) rientra nel tipo Mesomediterraneo-Subumido inferiore. La rimanente superficie (10% circa) è suddivisa tra i tipi Supramediterraneo-Subumido inferiore (9,14%) e Termomediterraneo-Subumido inferiore (0,6%).

Complessivamente la distribuzione delle specie utilizzate nei rimboschimenti rispecchia le esigenze ecologiche delle specie. Analizzando i dati a livello di tipo forestale emergono alcune incongruenze ed in particolare sull'uso di specie tipiche della fascia termomediterranea (pino d'Aleppo e cipressi) in aree caratterizzate dal tipo Supramediterraneo. Ciò è avvenuto ad esempio in alcune aree sommitali di Monte Cammarata e Monte delle Rose.

I substrati litologici su cui maggiormente si distribuiscono i rimboschimenti sono i Calcari e Calcari dolomitici (3055 ha pari a quasi il 55%) e i Calcari-Marne calcaree (21% circa) che complessivamente raggiungono una percentuale di quasi il 76% (4245 ha). Le Argille ospitano diverse formazioni e complessivamente raggiungono quasi il 16% del totale. Le associazioni di suolo più rappresentate sono: Suoli bruni – Suoli bruni calcarei – Litosuoli (1959,12 ha, 35%), Suoli bruni – Suoli bruni calcarei – Rendzina (1189 ha, 21,24%), Litosuoli - Roccia affiorante – Protorendzina (1097 ha, 16,5%) e Regosuoli - Suoli alluvionali e/o vertisuoli (540 ha, 9,6%).

La natura del substrato condiziona le caratteristiche del suolo e di conseguenza la scelta delle specie. Considerato che le specie utilizzate nei rimboschimenti sono generalmente frugali, e si adattano ai diversi tipi di suolo, non si è ritenuto approfondire l'analisi a livello di tipo anche se in alcuni casi è stato riscontrato l'uso di specie poco adatte a suoli su substrato argilloso (pino d'Aleppo, pino domestico e cedro dell'Atlante). In questi ambienti probabilmente il cipresso sarebbe stato più idoneo e avrebbe dato sicuramente risultati migliori.

4.4 Grado di copertura

Complessivamente i rimboschimenti esaminati presentano un grado di copertura elevato. Il 64% infatti rientra nella classe di copertura > 50% (3603 ha), mentre le classi di copertura < 20% e 20 - 50% interessano una superficie corrispondente rispettivamente a circa 17% e 19%. Quasi tutti i tipi forestali più rappresentativi presentano percentuali di superficie con grado di copertura > 50% superiore al 60% (Pineta a pino domestico: 95,5; Bosco misto a pino d'Aleppo, cipressi e cedro dell'Atlante: 85%; Cipresseta a cipresso comune: 72,6%; Pineta a pino d'Aleppo: 69%) (tab. 3). I dati confermano che le formazioni artificiali di conifere, nonostante l'età avanzata (40-60 anni), presentano generalmente densità eccessiva a causa della mancanza di adeguati interventi di diradamento che nel tempo ha comportato lo sviluppo di popolamenti con gravi problemi

di stabilità bio-ecologica, l'inibizione della rinnovazione naturale e dei processi di rinaturalizzazione.

Il grado di copertura è stato utilizzato per valutare l'influenza della pendenza sulla riuscita degli impianti. L'elaborazione ha messo in evidenza che il 70% delle aree boscate con pendenza inferiore al 25% presentano un grado di copertura superiore al 50%, mentre solo il 26% delle aree boscate con pendenza superiore al 40% presentano lo stesso grado di copertura. I dati confermano che le aree con maggiore pendenza sono quelle dove si è avuto un minor attecchimento e sviluppo delle piante. Considerando che la funzione prevalente attribuita a questi boschi è protettiva e che queste aree sono quelle più vulnerabili all'erosione, è necessario fare una riflessione sul mancato successo degli impianti al fine di individuarne le cause (specie non idonee, tecniche di preparazione del suolo non adeguate) e proporre in alternativa soluzioni più coerenti per la realizzazione di nuovi impianti in aree con le stesse condizioni ambientali (La Mantia *et al.*, 2002).

4.5 Idoneità ecologica

L'analisi sulla coerenza delle specie impiegate nei rimboschimenti in funzione delle caratteristiche ecologiche dei siti d'impianto (quote ed esposizione) ha messo in evidenza che quasi il 49% dei rimboschimenti (2720 ha) sono stati realizzati in aree di non idoneità ecologica. Scendendo nel dettaglio emerge che i soprassuoli localizzati in aree di non idoneità ecologica sono quelli costituiti in purezza o in mescolanza da specie a temperamento più termofilo (pino d'Aleppo, pino domestico, pino marittimo e cipressi). I popolamenti costituiti, invece, esclusivamente da specie a temperamento più mesofilo (cedro dell'Atlante e pino nero) sono quasi tutti compresi in contesti ambientali idonei (tab. 3).

I soprassuoli artificiali ricadenti in aree di non idoneità ecologica, nonostante siano stati realizzati con specie non ecologicamente idonee, presentano un grado di copertura eccessivo (quasi il 70% della superficie con grado di copertura superiore al 50%). In effetti, l'attecchimento è stato elevato e quindi essi hanno assolto alla necessità di protezione idrogeologica dei versanti. Tuttavia dopo 40-60 anni questi popolamenti si presentano instabili e vanno incontro a fenomeni di senescenza precoce a causa della mancanza di adeguati interventi colturali (principalmente diradamenti) e degli stress ambientali a cui sono esposti (basse temperature, nevicata, vento). Tale situazione è testimoniata dalle stroncature e dagli schianti che si verificano frequentemente in coincidenza di nevicata a carico soprattutto di individui di pino d'Aleppo e di cipresso.

4.6 Rischio desertificazione

L'importante ruolo protettivo svolto da questi boschi è testimoniato dall'esposizione del territorio al rischio di desertificazione, nonostante le buone condizioni pedoclimatiche che esistono nell'area. Quasi l'84% della superficie boscata presenta, infatti, un rischio di desertificazione medio (27,23% medio-alto e 56,48% medio-basso). Le aree con rischio alto sono invece trascurabili (1,26%).

5. LINEE DI GESTIONE FORESTALE

I risultati delle analisi ecologico-ambientali hanno permesso di caratterizzare i boschi artificiali di conifere dell'area di studio in base alle principali criticità la cui valutazione ha permesso di definire adeguati indirizzi di gestione. L'obiettivo è migliorare le loro condizioni bioecologiche e guidarli così verso formazioni più stabili, coerenti con l'ambiente e più efficienti ad assolvere alle molteplici funzioni. Gli intenti auspicati sono tutti raggiungibili con la rinaturalizzazione di questi soprassuoli, secondo precisi presupposti tecnico-scientifici (Nocentini, 2000, 2001 e 2005) e in tempi variabili in base alle condizioni stazionali. Gli interventi consistono principalmente in tagli di diradamento modulati in funzione delle condizioni ecologiche e strutturali dei popolamenti.

Gli interventi dovranno essere differenziati tra le formazioni costituite da specie ecologicamente idonee con le caratteristiche ambientali e quelle che insistono in aree di non idoneità ecologica. Nelle prime gli interventi dovranno mirare ad una progressiva riduzione della densità per assecondare i processi spontanei di rinaturalizzazione in atto (fig. 2) o per favorirli, nel caso in cui essi non siano ancora presenti, ricorrendo anche a sottopiantagioni con specie arbustive e/o arboree autoctone. In alcuni casi potrà essere agevolata la rinnovazione della stessa specie del soprassuolo artificiale, specialmente nel caso dei soprassuoli a pino d'Aleppo che hanno dimostrato, in particolare nelle aree a quote inferiori a 800 m s.l.m. e specialmente con esposizione Sud, una spiccata capacità di naturalizzazione. Questa caratteristica del pino d'Aleppo si è dimostrata molto utile specialmente nella ricolonizzazione di aree percorse dal fuoco (fig. 3). Nella seconda tipologia di formazioni (quelle poste in aree di non idoneità ecologica) gli interventi dovranno essere differenziati in base alla composizione specifica. Nelle formazioni costituite esclusivamente dal pino d'Aleppo (fig. 4) e dai cipressi i tagli devono essere modulati in base agli stessi criteri e obiettivi proposti per la categoria precedente ad eccezione delle aree dove non sono presenti processi di rinaturalizzazione spontanei. In queste aree si dovrà procedere gradualmente alla sostituzione delle specie esistenti con altre arbustive e/o arboree ecologicamente coerenti mediante nuovo impianto (nelle aree a basso grado di copertura) o sottopiantagione (nelle aree a medio e elevato grado di copertura). Nelle formazioni miste costituite principalmente da specie non coerenti e in minor misura da specie coerenti (per esempio boschi misti a pino d'Aleppo o cipressi con il cedro dell'Atlante) i tagli dovranno interessare principalmente le prime con l'obiettivo di ottenere formazioni transitorie costituite da conifere ecologicamente coerenti e latifoglie autoctone.

Nelle aree boscate a quote superiori a 1200 m s.l.m., anche se i boschi sono costituiti da specie ecologicamente coerenti, la gestione dovrà puntare alla graduale riduzione della densità nelle aree più chiuse, mentre nelle aree con densità bassa si propone di non effettuare alcun tipo di intervento. In questi contesti, infatti, gli impianti insistono in aree afferenti alle praterie mesofile sommitali che ospitano diversi endemismi e costituiscono l'habitat prio-

ritario (codice 6220) elencato nella omonima Direttiva "Percorsi substeppici di graminacee e piante annue dei *Thero-Brachypodietea*". Queste ultime svolgono un ruolo importante ai fini della conservazione della diversità floristica e per l'alimentazione della fauna selvatica.

Si suggerisce il mantenimento delle cipressete e delle cedrete a cedro dell'Atlante che insistono in aree di idoneità ecologica specialmente in ambiti di scarsa pendenza data la funzione paesaggistica che rivestono e il valore tecnologico del legno di queste specie,

Indicazioni gestionali più dettagliate sono state formulate da La Mela Veca e Cullotta (2005) per la riserva naturale orientata "Monte Cammarata" che ospita un campione rappresentativo dei soprassuoli di conifere presenti nei Monti Sicani.

6. CONCLUSIONI

I rimboschimenti dei Monti Sicani, nonostante quasi metà della loro superficie sia costituita da formazioni di specie ecologicamente non coerenti con il contesto ambientale, hanno raggiunto il loro obiettivo e cioè quello di realizzare una copertura forestale in tempi brevi al fine di contrastare il degrado del suolo.

Tra le specie impiegate il pino d'Aleppo è quella che ha dato i migliori risultati, specialmente in situazioni ambientali idonee.

L'indagine realizzata rappresenta uno strumento di base per la redazione dei piani di gestione dei boschi demaniali presenti nell'area, che in buona parte ricadono all'interno di riserve naturali regionali e/o dei siti della Rete Natura 2000. Inoltre essa costituisce uno strumento utile per la scelta delle specie nella programmazione di nuovi impianti e per la loro gestione.

A supporto degli indirizzi gestionali indicati dovranno seguire specifiche indagini sulle caratteristiche dendro-auxometriche e selvicolturali, utili a definire nel dettaglio gli interventi specifici per ogni tipo forestale.

La gestione dei boschi artificiali è uno tra i temi più importanti ed attuali della selvicoltura mediterranea. L'applicazione di una corretta selvicoltura è funzionale alla conservazione della biodiversità, alla mitigazione dei processi di desertificazione e alla riduzione della vulnerabilità dei boschi agli incendi. La rinaturalizzazione dei boschi artificiali ha, infine, un ruolo fondamentale per la ricomposizione del paesaggio forestale naturale che attualmente è molto frammentato.

Infine, la possibilità di ottenere produzioni legnose, sia pure transitorie da questi rimboschimenti con l'esecuzione di diradamenti non deve essere trascurata. Nel caso specifico potranno essere ottenute biomasse con cui alimentare piccoli impianti per la produzione di energia per il fabbisogno della popolazione locale.

RINGRAZIAMENTI

Desidero ringraziare il Dott. G. Clementi e il Dott. G. Traina per il loro fondamentale aiuto nella elaborazione dei dati sul GIS.

Si ringrazia il Prof. F. Maetke per la revisione del lavoro e per i preziosi suggerimenti.

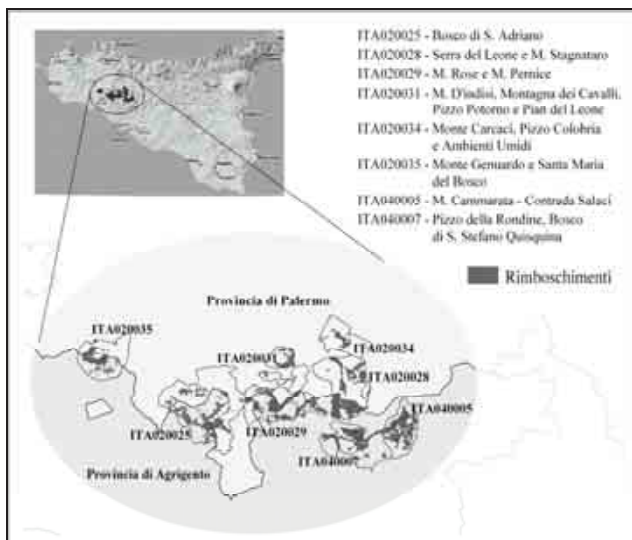


Figura 1. Localizzazione dei rimboschimenti analizzati all'interno dei siti Natura 2000 nei Monti Sicani.

Figure 1. Localization of reforested areas analyzed within the Natura 2000 sites in the Sicani Mountains.

Figure 1. Localisation des reboisements à l'intérieur des sites Natura 2000 analysés dans les Monts Sicani.



Figura 2. Processi di rinaturalizzazione in una pineta a pino d'Aleppo nel Comune di S. Stefano Quisquina (AG).

Figure 2. Renaturalisation processes in a Aleppo pine forest (S. Stefano Quisquina, AG).

Figure 2. Procès de régénération dans une pinède à pin d'Alep (S. Stefano Quisquina, AG).



Figura 3. Rinnovazione post-incendio in una pineta a pino d'Aleppo nel comune di Bivona (AG).

Figure 3. Post-fire regeneration in a Aleppo pine forest (Bivona, AG).

Figure 3. Régénération post-incendie dans une pinède à pin d'Alep (Bivona, AG).



Figura 4. Effetti di un diradamento (a) in una pineta a pino d'Aleppo fuori della propria area di idoneità ecologica nel comune di Castronovo di Sicilia (PA) dopo tre anni dalla realizzazione dell'intervento.

Figure 4. Effects of a thinning (a) in a Aleppo pine forest outside its ecological suitability limits, three years after of the intervention (Castronovo di Sicilia, PA).

Figure 4. Effets d'un élagage (a) dans une pinède à pin d'Alep hors de ses limites d'aptitude écologique, trois ans après la réalisation de l'intervention (Castronovo di Sicilia, PA).

Specie	Aree di idoneità ecologica		Aree di non idoneità ecologica	
	Fascia altimetrica (m s.l.m.)	Esposizione	Fascia altimetrica (m s.l.m.)	Esposizione
pino d'Aleppo, cipressi, pino domestico, pino marittimo	< 800	tutte	800 - 1000	N, NE, E, NW, pianura
	800 - 1000	S, SW, W, SE	> 1000	tutte
pino nero, cedro dell'Atlante	800 - 1000	N, NE, E, NW, pianura	< 800	tutte
	> 1000	tutte	800 - 1000	S, SW, W, SE

Tabella 1. Valori soglia delle caratteristiche ambientali per l'individuazione delle aree di idoneità ecologica delle specie impiegate nei rimboschimenti.

Table 1. Threshold values of the environmental features for the assessment of ecological suitability areas for the species used in the reforestations.
Tableau 1. Valeurs seuil des caractéristiques environnementales pour la définition des aires d'aptitude écologique des espèces employées dans les reboisements.

Provincia	Comune	Superficie	
		ha	%
AG	Bivona	696,86	12,45
	Burgio	535,00	9,56
	Cammarata	823,48	14,71
	S. Giovanni	145,26	2,59
	S. Stefano Quisquina	1137,25	20,31
	Sambuca di Sicilia	186,41	3,33
	Totale	3524,3	62,94
PA	Castronuovo di Sicilia	1071,62	19,14
	Chiusa Sclafani	184,97	3,30
	Contessa Entellina	240,92	4,30
	Palazzo Adriano	399,18	7,13
	Prizzi	178,23	3,18
	Totale	2074,91	37,06
Totale complessivo		5599,17	100,00

Tabella 2. Distribuzione provinciale e comunale dei rimboschimenti di conifere analizzati nei Monti Sicani.

Table 2. Administrative distribution of the conifers reforested areas analyzed in the Sicani Mountains.

Tableau 2. Répartition provinciale et communale des reboisements de conifères analysés dans les Monts Sicani.

Superficie									
Tipi forestali	Totale		Zona A di riserva	Altimetria	Pendenza	Copertura		Aree di non idoneità ecologica	Rischio desertificazione
				> 1200 m s.l.m.	> 40%	< 20%	> 50%		Medio-alto
	ha	%	%	%	%	%	%	%	%
Pineta a pino d'Aleppo	3332,76	59,52	28,29	2,39	1,29	15,78	69,10	50,33	28,06
Bosco misto a pino d'Aleppo e cipresso comune	466,04	8,32	7,09	2,92	0,00	18,99	59,21	79,74	53,23
Pineta a pino domestico	247,16	4,41	50,52	0	0,81	1,37	95,50	57,72	13,68
Cipresseta a cipresso comune	226,57	4,05	43,14	5,68	0,00	11,93	72,66	67,39	6,09
Bosco misto a pino d'Aleppo e cipressi	211,58	3,78	3,93	13,46	0,26	38,23	35,83	68,68	45,34
Bosco misto a cedro dell'Atlante e pino nero	185,74	3,32	54,18	90,57	2,17	22,50	29,13	0,00	58,68
Bosco misto a pino d'Aleppo, cipressi e cedro dell'Atlante	181,40	3,24	12,67	0,00	0,00	6,36	85,05	62,43	1,94
Cedreta a cedro dell'Atlante	177,02	3,16	38,16	55,05	0,00	31,00	41,80	1,66	7,64
Bosco misto a cedro dell'Atlante, pino d'Aleppo e cipressi	159,36	2,85	20,66	64,05	0,00	15,59	50,45	0,00	0,00
Pineta a pino nero	88,50	1,58	44,12	52,03	0,64	33,10	45,14	0,00	21,16
Bosco misto a cedro dell'Atlante, pino d'Aleppo e cipresso comune	85,44	1,53	17,93	56,72	0,87	5,93	65,11	0,00	55,60
Cipresseta mista a cipresso comune e cipresso dell'Arizona	81,37	1,45	6,60	13,02	0,00	21,86	37,46	40,31	2,63
Bosco misto a pino d'Aleppo e pino marittimo	48,80	0,87	28,98	0,00	0,00	23,47	27,57	57,77	0,00
Bosco misto a pino d'Aleppo e pino domestico	36,87	0,66	76,36	0,00	0,00	15,66	44,93	93,68	0,00
Bosco misto a cedro dell'Atlante, pino domestico, pino d'Aleppo e cipressi	25,52	0,46	1,27	0,00	0,00	2,91	76,98	8,35	5,96
Bosco misto a pino d'Aleppo e roverella	20,68	0,37	44,20	0,00	0,00	29,51	31,24	11,55	0,00
Bosco misto a pino d'Aleppo e cedro dell'Atlante	14,31	0,26	91,50	0,00	9,43	73,37	0,00	100,00	0,00
Bosco misto a cedro dell'Atlante e pino d'Aleppo	8,46	0,15	98,43	0,00	0,00	0,00	36,16	0,00	0,00
Bosco misto a pino d'Aleppo ed eucalitto	1,61	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Totale	5599,17	100,00	27,93	10,85	0,93	16,89	64,35	48,59	27,23

Tabella 3. Superficie dei tipi forestali e indicatori significativi utilizzati per la definizione degli indirizzi gestionali.

Table 3. Area of forest types and key indicators used for defining forest guidelines.

Tableau 3. Superficie des types forestiers et indicateurs significatifs utilisés pour la définition des lignes guide de gestion.

SUMMARY

ECOLOGY AND FORESTRY OF THE ARTIFICIAL CONIFEROUS FORESTS OF THE SICANI MOUNTAINS (SICILY)

The reforestations realized in Sicily after the 1950 remarkably contributed to the increase of the forest surface of the island. In this work, the ecological and selvicoltural characteristics of the conifers reforestations carried out on the main Rete Natura 2000 sites of the Sicani Mountains are described and analyzed. The objective is to formulate suitable guides lines of sustainable forest management, finalized to increase their ecological-structural stability and thus to favour the re-naturalization processes spontaneously diffused in many areas. Cognitive surveying has been carried out with GIS support through the overlay between the distribution of

the reforestations, classified at the level of forest type, and the existing geographic informative sources for Sicily (climate, morphology, litho-pedology, desertification risk). *Pinus halepensis* Mill. is the specie that has given the best results, in particular in suitable environmental conditions, in comparison to other Mediterranean conifers like *Pinus pinea* L., *Cupressus sempervirens* L., *Cupressus arizonica* Green, *Pinus nigra* s.l. Arnold and *Cedrus atlantica* Manetti. The cognitive surveying on the reforestations of the Sicani Mountains, represents the main tool for the redactions of the management plans of the public forests present in the area and that are ,good part, included in the regional natural reserves. The sustainable management of the artificial forests is one of the most important matters of the Mediterranean forestry since it can have positive effects on the biodiversity conservation, it can reduce desertification processes and the vulnerability of forests to the fires.

RÉSUMÉ

ÉCOLOGIE ET SYLVICULTURE DES BOIS ARTIFICIELS DE CONIFERES DES MONTAGNES SICANI (SICILE)

Les reboisements réalisés en Sicile depuis 1950 ont contribué remarquablement à l'augmentation de la superficie forestière dans l'île. Dans cet ouvrage on a décrit et on a analysé les caractéristiques écologiques et sylviculturelles des reboisements des principaux sites de la Réseau Nature 2000. des montagnes Sicani, dans le but de formuler des convenables lignes de conduite de gestion forestière finalisée à accroître leur stabilité écologique-structurelle et favoriser de cette manière les processus de renaturalisation, répandus spontanément dans plusieurs zones. La recherche d'information a été menée en utilisant le GIS à travers l'overlay entre la distribution des reboisements, classés au niveau du type forestier et les sources d'information géographiques existantes pour la Sicile (climat, morphologie, litopédologie, risque de désertification). *Pinus halepensis* Mill est l'espèce qui a donné les meilleurs résultats, en particulier dans les situations ambiantes appropriées, par rapport aux autres conifères méditerranéenne comme *Pinus pinea* L., *Cupressus sempervirens* L. *Cupressus arizonica* Green, *Pinus nigra* s.l. Arnold et *Cedrus atlantica* Manetti. La recherche d'information réalisée sur les reboisements des montagnes Sicani représente l'instrument de base pour la rédaction des plans de gestion des forêts domaniales présentes pour la plupart à l'intérieur des réserves naturelles régionales. La gestion soutenable des forêts artificielles est l'un des thèmes les plus importants de la sylviculture méditerranéenne parce qu'elle peut avoir des effets positifs, sur la conservation de la biodiversité, sur l'adoucissement des processus de désertification et sur la vulnérabilité des forêts à l'égard des incendies.

BIBLIOGRAFIA

Carnemolla S., Drago A., Perciabosco M., Spinnato F., 2002 – *Metodologia per la redazione di una carta in scala 1:250000 sulle aree vulnerabili al rischio di desertificazione in Sicilia*. Regione Siciliana, Assessorato Territorio e Ambiente, Palermo.

Cullotta S., Pizzurro G.M., Garfi G., La Mantia T., 2003 – *Analisi dei processi di rinaturalizzazione nelle pinete artificiali mediterranee dei monti di Palermo (Sicilia Nord-occidentale)*. In: Alberi e Foreste per il Nuovo Millennio. Atti III congresso Nazionale. (vol. 3, pp. 457-466). Bologna: SISEF, Società Italiana Selvicoltura Ecologia For. (Italy).

Drago A., 2002 – *Atlante climatologico della Sicilia*. Servizio Informativo Agrometeorologico Siciliano, Assessorato Agricoltura e Foreste, Regione Siciliana.

Fierotti G., 1988 – *Carta dei suoli della Sicilia*. (Scala 1:250000). Assessorato Territorio ed Ambiente Regione Siciliana, Università degli Studi di Palermo. Facoltà di Agraria, Istituto di Agronomia Generale, Cattedra di Pedologia.

Gellini R., Grassoni P., 2006 – *Botanica forestale. I Gimnosperme*. Ed. CEDAM.

Gussone, G., 1842-1845 – *Florae Siculae Synopsis*. Neapoli, 2 voll.

La Mantia T., La Mela Veca D.S., Marchetti M., Barbera G., 2002 – *Risultati preliminari sull'analisi delle tecniche di rimboscimento nella Sicilia Meridionale*. L'Italia Forestale e Montana, 3: 262-275.

La Mela Veca D.S., Ciraolo G., Clementi G., Guzzardo E., 2004 – *Spatial analysis of natural and seminatural habitats of Natura 2000 network in the Sicani Mountains (W Sicily, Italy)*. In M. Marchetti (Ed.): "Monitoring and indicators of forest biodiversity in Europe, From ideas to operationality". EFI Proceedings No. 51: 343-357.

La Mela Veca D.S., Cullotta S. (a cura di), 2005 – *I tipi forestali della Riserva Naturale Orientata "Monte Cammarata", Monti Sicani, Sicilia Centro-Occidentale*. Collana Sicilia Foreste, 29. Azienda Regionale Foreste Demaniali, Regione Sicilia. 132 pp.

La Mela Veca D.S., Saporito L., 2000 – *La gestione dei rimboscimenti in Sicilia: produzione legnosa e prospettive di rinaturalizzazione*. Atti della Tavola Rotonda su: Selvicoltura ed Arboricoltura da legno: quale gestione? - Palermo 25 Marzo - Collana Sicilia Foreste, 7: 53-61. Regione Siciliana, Assessorato Agricoltura e Foreste, Direzione Azienda Foreste Demaniali.

Lojaco Pojero M., 1888-1909 – *Flora Sicula*. Palermo, 5 voll.

Marcenò, C., Colombo, P., Princiotta, R., 1985 – *Ricerche climatologiche e botaniche sui Monti Sicani (Sicilia centro occidentale)*. Il Naturalista Siciliano, Palermo. VIII, serie quarta: 69-133.

Nocentini S., 2000 – *La rinaturalizzazione dei sistemi forestali: aspetti concettuali*. L'Italia Forestale e montana, 55 (4): 211-218.

Nocentini S., 2001 – *La rinaturalizzazione come strumento di recupero dei sistemi forestali semplificati nell'Italia meridionale*. L'Italia Forestale e montana, 56 (5): 344-351.

Nocentini S., 2005 – *Un possibile approccio per valutare la potenzialità di rinaturalizzazione dei soprassuoli artificiali di conifere*. Forest@, 2 (3): 275-277. [online] URL: <http://www.sisef.it/>.

Rivas-Martinez, S., 1994 – *Clasificación bioclimática de la Tierra*. Folia Bot. Matritensis, 16: 1-29.

LA GESTIONE FORESTALE NEGLI HABITAT NATURA 2000 DEL VENETO

(*) Direzione Foreste ed Economia Montana, Regione del Veneto, Mestre (VE)

(**) Dipartimento di Agronomia Ambientale e Produzioni Vegetali, Università degli Studi di Padova, Legnaro (PD)

Negli ultimi decenni il degrado degli habitat e la perdita di biodiversità hanno portato all'emanazione di numerose convenzioni e trattati internazionali, tra cui le direttive 'Habitat' e 'Uccelli' dell'Unione Europea. In questo quadro è stato sviluppato un progetto di ricerca tra Regione del Veneto, Accademia Italiana di Scienze Forestali e l'Università di Padova con l'obiettivo di definire linee guida per la gestione forestale nei siti della rete Natura 2000 presenti in Veneto, in modo da fornire un supporto operativo alle varie attività di pianificazione e gestione forestale. Il risultato del progetto consiste in un libro diviso in due parti. Nella prima sono stati analizzati e descritti tutti gli habitat e le specie vegetali e animali di interesse agrosilvopastorale; nella seconda, attraverso l'integrazione delle esigenze di conservazione e le criticità rilevate, sono stati individuati i rapporti fra la gestione forestale e la conservazione della biodiversità. Gli argomenti affrontati riguardano le utilizzazioni forestali, gli interventi di sistemazione idraulico-forestale, lo stato di salute delle foreste, i piani di gestione forestale, il monitoraggio e i corridoi ecologici. Il lavoro, oltre a diffondere conoscenza, si propone di trasferire la teoria dell'approccio sistemico alla pratica operativa. La gestione attiva e sostenibile non appare in contrasto con gli obiettivi di conservazione degli ecosistemi forestali, a condizione di attuarla su basi di conoscenza adeguate ai specifici contesti operativi.

Parole chiave: selvicoltura, biodiversità, specie protette.

Key words: silviculture, biodiversity, protected species.

Mots clés: sylviculture, biodiversité, espèces protégées.

1. LO STATO DELL'ARTE

Come nessun'altra Regione italiana, il Veneto possiede un patrimonio di ambienti forestali che si estende dai quereti di roverella con elementi mediterranei (anche stenomediterranei quali *Arbutus unedo*, *Erica arborea* e *Cistus salvifolius*) delle soleggiate pendici degli Euganei, agli orno-ostrieti di rupe dei ripidi versanti prealpini, ai vari tipi di carpinetto delle valli più fresche, ai popolamenti montani di pino nero e silvestre, alle faggete degli altipiani, alle conifere subalpine, in alto concluse spesso da estese mughete od orlate da ontanete di *Alnus viridis*. Il quadro d'insieme è inoltre arricchito dall'interporsi o sovrapporsi di spazi aperti, naturali o costituiti da remote o recenti iniziative della colonizzazione umana, quali le primigenie distese di curvuleto, firmeto e seslerio-sempervireto o i prati ricavati a spese di antichi boschi e i coltivi alpestri.

Il composito mosaico ecologico è per lo più ravvivato da adeguate o cospicue disponibilità idriche, con la particolare eccezione dei biotopi dei Colli e delle prime balze dei monti del Veronese, ove tuttavia manca un'autentica stagione arida (Del Favero e Lasen, 1993). Persino lungo i litorali i popolamenti arbustivi e/o arborei traggono in diversi casi vantaggio da affioramenti di falde d'acqua dolce, fino a configurarsi decisamente come boschi igrofilii, ormai diffusamente sacrificati per altro, con investimenti richiesti da impianti balneari *s.l.* (Del Favero *et al.*, 1989).

Un complesso di fitocenosi così vario equivale naturalmente ad un'ampia offerta di habitat per disparati animali, sia stanziali, sia visitatori stagionali in sosta più o meno lunga o in transito, come tipicamente molti uccelli. Lo stesso rapido mutare della facies ambientale in un mosaico di aree contigue spesso ristrette propone numerosi ambienti di

bordo ed esibisce frequenti occasioni d'accesso a risorse alternative o sussidiarie di ristoro e di riparo. Ciò si traduce in una sorta di favore elargito a molti elementi della fauna, quasi a compenso dei limiti che l'inadeguata vastità di determinati tipi di ecosistema ha imposto all'espandersi o anche solo al mantenersi della distribuzione di pochi, esigenti rappresentanti, quali l'orso, la lontra e la lince.

L'eterogeneità degli assetti ambientali, che caratterizza le zone di bosco e di meno antropizzato spazio aperto del territorio regionale, dipende ovviamente anche dall'incessante susseguirsi degli interventi umani, che hanno comportato cambiamenti di varia entità, spesso irreversibili, nelle biocenosi e perfino nei biotopi. La lunga vicenda del coesistere dell'uomo con la natura ha plasmato la struttura degli ecosistemi conferendo a ciascuno di questi un disegno funzionale più o meno differente da quello originario. Ne è risultata in vari evidenti casi un'irreparabile forzatura degli equilibri nelle reti delle relazioni biocenotiche, ma l'oculata gestione delle risorse ottenute con le impegnative trasformazioni degli ambienti, collaudata dalla severa esperienza di dover assicurare almeno la sopravvivenza ai nuclei familiari (resa drammatica inoltre dal duro superamento della "piccola età glaciale" negli insediamenti montani), ha infine fissato i termini di un compensato gioco di fattori ecologici, gravante dal conservarsi delle costruite realtà, a favore dell'economia delle popolazioni residenti e, insieme, dall'instaurarsi di nuove opportunità di colonizzazione della fauna.

Così l'apertura delle formazioni forestali a vari livelli di versante, per produrre soprattutto foraggio, ha determinato o incrementato la frequentazione di mammiferi erbivori, la presenza stagionale di passeriformi nidificanti e la possibilità di riproduzione per i galliformi. La stessa sostituzione

di originarie faggete con fustaie di picea, di cui sono documentati importanti esempi nel Comelico, ha complicato il quadro del popolamento animale come nessun evento naturale avrebbe potuto causare in tempi altrettanto brevi e senza effetti sconvolgenti. L'applicazione di criteri della selvicoltura naturalistica, estesasi con crescente favore dopo le comprensibili esitazioni della metà del secolo scorso in importanti comprensori dell'Ampezzano e del Cadore, ha assicurato alle peccete una struttura cui ora manca solo un'adeguata quota di alberi morti persistenti in piedi per costituire ideali habitat a disposizione di disparati organismi altrimenti emarginati dalle cenosi.

Quanto al contingente faunistico che transita o che sosta senza riprodursi in varie zone boschive del territorio regionale, si tratta in primo luogo – e ovviamente – di uccelli di passo e/o di ripasso, o così detti “visitatori invernali”. I volatili in migrazione e gli svernanti, superate le varie barriere alpine incontrate nell'allontanarsi dalle residenze estive lungo determinate valli e attraverso valichi obbligati, come testimonia l'ubicazione di antichi stabili appostamenti d'aucupio (Dal Farra e Cassol, 1994), si diffondono almeno temporaneamente negli ospitali boschi di latifoglie prealpini di medio e basso versante, per dilagare in seguito nella pianura coltivata. Ivi alcune specie granivore numericamente ben rappresentate hanno modo di recuperare le energie spese lungo le rotte alpestri e grossi turdidi, tra cui le tardive cesene, trovano nelle distese di vigneti pedemontani quanti rimasugli d'uva bastano a far loro protrarre la sosta stagionale nell'esodo da lontane sedi settentrionali o nordorientali.

Vi è inoltre, recente novità nella storia del popolamento animale del Veneto, il comportamento quasi migratorio del cervo, erbivoro che, da anni presente con cospicue popolazioni nel Bellunese, nell'autunno costituisce aggregazioni vistose e in branchi segue itinerari ormai noti nel bacino del Boite, trasferendosi verso pendici soleggiate ove trovare nei boschi ripari e durevole pascolo sgombero di neve. L'inatteso, rapido aumento della consistenza demografica del cervo e quello del capriolo, giunto a limiti probabilmente non superabili, si configurano come autentici problemi di gestione non meno impegnativi sul piano selvicolturale che su quello faunistico-venatorio. Assicurato d'ufficio il controllo sulla pratica cinegetica, rimane pur sempre il compito di vigilare sulle conseguenze negative derivanti ai soprassuoli dall'esuberante frequentazione dei due ungulati, tenuto presente che già soltanto il capriolo fin dagli anni '60 ha reso problematica la rinnovazione dell'abete bianco nella stessa valle del Boite, come, del resto, altrove nella Regione e in quelle finitime.

Problemi d'altro genere insorgono a render difficile, oltre alla gestione del patrimonio forestale, quella della fauna dei boschi e degli spazi aperti ad essi adiacenti, come effetti del mutato uso del territorio e delle sue risorse. Innanzi tutto, lo spontaneo estendersi dei popolamenti arborei e/o arbustivi a spese di prati e arativi montani abbandonati, fenomeno interessante l'alpicoltura dei pendii collinari marginali agli alti rilievi della catena spartiacque, limita progressivamente le aree disponibili alla riproduzione tanto di galliformi quanto di piccoli passeriformi: come dire, per esempio, della coturnice, già provata dalle mancate rasature per pascolo o per sfalcio delle aree erbose, e dello stiacino, da noi nidificante estivo nei prati alpestri al fortunoso rientro da svernamenti trans-sahariani. Nel processo vi è un

periodo più o meno lungo in cui la temporanea, prorompente colonizzazione di aprichi ex-coltivi o di prati di medio e basso versante favorisce in modo singolare l'insediamento del capriolo, che in seguito, complicatosi il quadro della copertura forestale, riduce la frequentazione entro i limiti imposti anche ad altri erbivori nei boschi.

Su tutto domina, come è ovvio, il fattore climatico generale, con l'elevarsi delle temperature medie, le punte di “stress idrico” inflitte più volte dalla metà degli anni '80 ai boschi non soltanto sui suoli più drenanti degli altipiani prealpini. Paradossalmente, gli stessi alidori estivi di amplissimo raggio d'azione hanno, da un lato, inflitto siccità critiche a ecosistemi di bosco e di prato e, dall'altro, causato un abnorme afflusso di acque di disgelo a certi bacini d'impluvio. Non tanto si è trattato di imponente scioglimento dei ghiacciai, risorse idriche ben poco rilevanti per il territorio della Regione, quanto di rapido esaurirsi delle scarse scorte di neve, per di più non stratificata, che da molti anni ormai gli inverni concedono, a scapito delle notevoli esigenze d'acqua manifestata dalle piante arboree alla ripresa vegetativa. Se a questo si aggiunge il crescente prelievo da ogni corpo idrico per soddisfare le necessità degli insediamenti industriali, dell'irrigazione agricola e degli abitati, appare evidente che, oltre al regime dei principali flussi di valle e al contenuto di grandi e piccoli invasi naturali, a risentirne è anche la rete di modesti tributari di versante, emunti spesso all'origine da sistemi sempre più diramanti di captazione.

Per quanto riguarda in particolare i problemi di cui ci si occupa in questa sede, v'è di che preoccuparsi per i rischi d'impovertimento che incombono sia sulle faune in qualsiasi modo legate alla presenza d'acqua ferma o corrente nei boschi e nelle limitrofe zone aperte, sia sui complessi di animali a pieno titolo “terrestri”, che tuttavia dipendono in modo a volte decisivo da modeste ma persistenti disponibilità di rifornimento idrico nelle abituali dimore di foresta o di aperto spazio libero. Si sa che ciò vale, ad esempio, per il cervo e per il cinghiale, non solo per necessità d'abbeverata; meno note sono le esigenze d'acqua manifestate in determinate circostanze dal capriolo e dalla marmotta. L'identificarsi della penetrazione dell'uomo nel cuore degli ecosistemi forestali più remoti e, in generale, la crescente frequentazione turistico-ricreativa di spazi naturali a lungo privilegiati con l'esenzione dai disturbi di un'insopportabile antropizzazione suggeriscono di dover adottare provvedimenti per ridurre, almeno, l'impatto della presenza umana in certi tipi di bosco, al fine di concedere tranquille sedi di vita ad animali bisognosi di protezione.

2. LE ATTIVITÀ DA INTRAPRENDERE

La sensibilità dell'amministrazione del territorio è stata dimostrata con largo anticipo in relazione alle misure di tutela sia nazionali sia comunitarie, ad esempio mediante la tempestiva emanazione di leggi regionali in applicazione di norme superiori e l'iniziativa di studio sulle vocazioni faunistiche (AA.VV., 1985), nonché l'istituzione di vari parchi regionali intesi a tutelare diversi tipi di ambiente. La gestione selvicolturale ha seguito in modo molto stretto l'applicazione delle norme di tutela, come dimostrato da numerosi interventi specifici (Del Favero *et al.*, 2001).

Esiste una diversità e una ricchezza cospicua di elementi

faunistici, cui non sempre corrisponde un'adeguata informazione scientifica sulle preferenze di habitat e altre caratteristiche ecologiche. Ad esempio, se nel caso del fagiano di monte è disponibile un'ampia serie di informazioni, altrettanto non si può dire per numerose specie poste allo stesso livello dalle norme di tutela. Per queste ultime è ancora difficile esporre criteri e raccomandazioni inerenti a una corretta gestione demoecologica, in quanto la letteratura e l'esperienza degli specialisti non concedono adeguati margini di cognizioni biologiche generali indispensabili a mantenere in uno stato di autocompensazione le popolazioni esistenti nel quadro di determinate biocenosi.

L'osservanza della Direttiva Habitat pone problemi nuovi per quanto riguarda la gestione dei siti Natura 2000, in considerazione della necessità di conciliare le esigenze di protezione e di utilizzazione silvo-pastorale di ambienti lungamente abitati dall'uomo, come quella dell'integrare la pratica selvicolturale tradizionale con la conservazione degli alberi in fase cronologica senile e cadente e delle piante morte in piedi e cadute.

Il mantenimento di spazi aperti in grado di rappresentare l'habitat elettivo di numerose specie di piante e animali emerge come una necessità inderogabile, da realizzare mediante interventi sia di mantenimento di quanto esistente sia di creazione di nuovi spazi in ambienti forestale mediante tagli specifici. Questi spazi potranno avere un carattere temporaneo, fino alla ripresa della rinnovazione e alla creazione di nuove aperture in aree limitrofe, sia definitivo, quando si ravvisasse l'opportunità di creare e mantenere spazi aperti dove questi mancano completamente. È chiaro che la ripresa del bosco e il suo avanzare in varie parti del territorio rappresenta una riconquista di terreni che gli erano appartenuti, ma allo stesso tempo una riduzione di habitat particolari e spesso importanti per molte specie protette. Sembra opportuno in alcuni casi suggerire interventi per il mantenimento delle zone ecotonali che, pur non ostacolando l'avanzata del bosco, possano contribuire a mantenere condizioni adatte alla sopravvivenza di vari elementi. Tali interventi, non fornendo alcun reddito, vanno programmati nei piani di gestione e possono diventare uno degli strumenti principali attraverso i quali gli obiettivi di Natura 2000 vengono divulgati al pubblico.

In ambito più strettamente forestale, emerge con sempre maggior urgenza la necessità di aumentare la biomassa legnosa morta in quantità e qualità. Anche se non sono disponibili stime dello stock di legno morto nei boschi del Veneto, l'impressione è che ci si trovi a livelli molto lontani dalle pur caute raccomandazioni esistenti in letteratura per i boschi coltivati. Benché siano noti i rischi cui ci si espone sia per gli attacchi parassitari sia per lo sviluppo di incendi, appare evidente che la quantità di legno morto deve essere aumentata per dare modo alle specie ad esso legate di raggiungere densità adeguate. Anche questo deve diventare un obiettivo primario dei piani di gestione, nell'ambito dei quali va inoltre prevista un'adeguata informazione ai proprietari dei boschi e al pubblico, generalmente poco disponibile ad accettare la presenza di alberi morti sia in piedi sia a terra. Una collocazione spaziale adeguata delle aree in cui concentrare il rilascio di legno morto può essere una soluzione parziale al problema, soprattutto nelle fasi di avvio della gestione.

In un'area determinata, spesso non è possibile condurre

una gestione che sia ottimale contemporaneamente tanto per la conservazione degli habitat e di tutte le specie presenti e il mantenimento delle tradizionali attività socio-economiche. Per esempio, la destinazione di un'area forestale all'evoluzione naturale sarà favorevole per diverse specie, come quelle legate al legno morto, ma non lo sarà, almeno sul breve-medio periodo, per altre, come quelle tipiche di habitat ecotonali. È indispensabile considerare tutte le componenti presenti in una data zona, stabilire le priorità e di conseguenza gli obiettivi specifici; in generale è opportuno adottare delle misure di gestione che cerchino di conciliare quanto più possibile le esigenze di conservazione delle varie specie o, in alternativa, porsi obiettivi diversi in aree limitrofe. Per esempio, per quanto riguarda la gestione forestale, all'interno di uno stesso sito si potranno avere zone forestali destinate all'evoluzione naturale, altre dove condurre una gestione finalizzata alla conservazione di alcune specie (per esempio tetraonidi), altre dove la funzione di produzione legnosa è la più importante ma per le quali al contempo è previsto il rilascio di alberi all'invecchiamento indefinito, in modo da garantire la presenza di habitat indispensabili a varie specie.

Appare infine essenziale seguire gli esiti della gestione mediante opportuni piani di monitoraggio, in grado di fornire informazioni aggiornate sulla presenza delle specie oggetto di tutela. L'avvio del monitoraggio può inoltre contribuire a migliorare le conoscenze circa le preferenze di habitat, nonché a valutare gli effetti del cambiamento climatico sugli habitat stessi e sulle specie che li frequentano.

In vita di tale traguardo, la Regione del Veneto, ha ritenuto necessario e urgente agevolare alle attività pubbliche e private l'osservanza delle norme europee sulla salvaguardia degli habitat negli interventi connessi all'uso del territorio. Così, in collaborazione scientifica con l'Accademia Italiana di Scienze Forestali e con l'Università di Padova, è stato studiato quanto indispensabile a redigere "La gestione forestale e la conservazione degli habitat nella Rete Natura 2000" (AA. VV., 2007). Con tale contributo, che segue allo studio tipologico-applicativo dei pascoli (AA.VV., 2004), si completa la configurazione del quadro analitico e delle proposte di condotta gestionale per l'attuazione di programmi operativi conformi ai principi di tutela ambientale concordati a livello europeo. Agli effetti pratici, sono stati dunque delineati i tratti di uno schema generale di rispetto ecologico per le attività incidenti sullo stato degli habitat dell'intera parte montana e di non poche aree pianiziali del Veneto.

SUMMARY

FOREST MANAGEMENT IN THE NATURA 2000 HABITATS OF VENETO

Habitat degradation and biodiversity loss have brought in the last decades to adopt a number of treaties and international conventions, among which the directives 'Habitat' and 'Birds' of the European Union. In this concern, a research project has been developed among the Veneto District Administration, the Italian Academy of Forest Sciences, and the University of Padova, with the aim to define guidelines for forest management in the Natura

2000 sites of Veneto, and to support forest planning. The results have been presented in a book divided into two parts. The first one includes a description of all habitats and species of concern in forestry and mountain farming, while the second part addresses the relationships between forest management and preservation of biodiversity. Forest management has been broken down into sections such as logging, hydraulic restoration, forest health, planning, monitoring and ecological corridors. This work contributes to both extending knowledge and transferring the systemic approach to the practice. An active and sustainable management does not appear to be in contrast with the conservation of the forest ecosystems, provided that the last is based on sound ecological principles.

RÈSUMÈ

LA GESTION FORESTIÈRE DANS LES HABITATS NATURA 2000 DU VENETO

La dégradation des habitats et la perte de biodiversité ont porté récemment à la production d'un nombre de traités et de conventions comme les directives 'Habitat' et 'Oiseaux' de l'Union Européenne. Dans ce contexte le projet développé entre la Région Veneto, l'Académie Italienne de Sciences forestières et l'Université de Padoue a porté à la définition de lignes guides pour la gestion forestière dans les sites Natura 2000 du Veneto, pour soutenir l'aménagement forestier au niveau régional. Les résultats sont présentés dans un volume divisé en deux parties. La première décrit les habitats et les espèces d'intérêt au niveau forestier et montagnarde, la deuxième concerne le rapport entre la gestion forestière et la conservation de la

biodiversité. Les aspects considérés sont l'exploitation du bois, les interventions hydrauliques, la santé des forêts, l'aménagement forestier, le monitoring et les corridors écologiques. Le travail se propose de contribuer à la connaissance en général et d'intégrer un approche systémique dans les travaux pratiques. Une gestion active et soutenable ne semble pas en contraste avec la conservation des écosystèmes forestiers si elle est amenée sur des principes écologiques valides.

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV., 1985 – *Carta delle vocazioni faunistiche del Veneto*. (a cura di INBS) Regione Veneto, Giunta Regionale, Venezia.
- AA.VV., 2004 – *Tratti essenziali della tipologia veneta dei pascoli di monte e dintorni*. Regione Veneto/Accademia Italiana di Scienze Forestali, Venezia Mestre.
- AA.VV., 2007 – *La gestione forestale e la conservazione degli habitat nella Rete Natura 2000*. Regione Veneto/Accademia Italiana di Scienze Forestali, Venezia Mestre.
- Dal Farra A., Cassol M., 1994 – *I roccoli del Bellunese*. Amm. Prov. Belluno/Assess. Caccia e Pesca, Belluno.
- Del Favero R., De Mas G., Ferrari C., Gerdol R., Lasen C., Masutti L., De Battisti R., Paiero P., Colpi C., Urso T., Zanutto S., 1989 – *Le pinete litorali nel Veneto*. Ass. Agr. e Foreste, Regione del Veneto, Venezia.
- Del Favero R. (a cura di), 2001 – *Biodiversità ed indicatori nei tipi forestali del Veneto*. Regione del Veneto, Accademia Italiana di Scienze Forestali, Venezia.
- Del Favero R., Lasen C., 1993 – *La vegetazione forestale del Veneto*. II Edizione, Progetto Editore, Padova.

LA RINATURALIZZAZIONE DEI RIMBOSCHIMENTI. PROVA SPERIMENTALE SU UN POPOLAMENTO DI PINO NERO E LARICIO

(*) Dipartimento di Scienze e Tecnologie Ambientali Forestali, Università degli Studi di Firenze

Si analizza l'evoluzione della struttura, composizione e stabilità di soprassuoli di pino nero e laricio di origine artificiale situati nel comprensorio di Monte Morello (FI) e interessati da un intervento sperimentale di rinaturalizzazione eseguito nel 1983, col quale è stato asportato mediamente il 47% dei pini presenti (29% della massa in piedi). I rilievi sono stati effettuati a distanza di 6, 12, 16 e 24 anni dal primo intervento. A 6 anni di distanza dall'intervento il popolamento mostrava una maggiore stabilità e l'aumento della componente autoctona attraverso la reintroduzione spontanea delle latifoglie locali. Nei periodi successivi le piante appartenenti alle classi diametriche inferiori hanno iniziato a mostrare segni di sofferenza. Complessivamente il soprassuolo di pino nei 24 anni considerati ha dimostrato ritmi incrementali sostenuti. Le specie che si sono rinnovate spontaneamente sono il carpino nero, l'orniello, l'acero riccio, l'acero montano e il cerro. Subito dopo l'intervento, l'orniello risultava la specie nettamente prevalente, mentre negli anni successivi la composizione specifica delle latifoglie si è progressivamente differenziata. Carpino e orniello si concentrano preferibilmente nella parte alta di ciascuna area oppure creano nuclei più o meno consistenti nei punti con copertura meno densa, mentre dove le pendenze sono meno acclivi si stanno inserendo specie più esigenti (aceri), con dimensioni maggiori in diametro e altezza. Complessivamente i risultati confermano che l'intervento ha avuto effetti positivi sia sui pini sia sui processi di diffusione spontanea delle latifoglie naturalmente presenti nella zona. Sulla base delle osservazioni svolte è stato ipotizzato un secondo intervento per proseguire nell'azione di sostegno al processo di rinaturalizzazione innescato dal primo intervento.

Parole chiave: rinaturalizzazione, *Pinus nigra* Arn., rimboschimenti, rinnovazione naturale.
Key words: renaturalization, *Pinus nigra* Arn., reforestation, natural regeneration.

1. INTRODUZIONE

All'inizio del secolo scorso l'attività di ricostituzione del manto forestale è stata molto intensa, soprattutto nell'Italia appenninica. Tale pratica ha previsto quasi sempre l'uso di conifere, spesso al di fuori del loro areale di indigenato, per sfruttarne le capacità nella colonizzazione di terreni nudi (Amorini e Fabbio, 1992; Nocentini, 1999).

Il termine rimboschimento presuppone che il sistema artificiale così creato porti alla costituzione di un vero e proprio bosco, cioè un sistema in grado di autorganizzarsi e di perpetuarsi autonomamente.

L'attività di rimboschimento ha avuto una notevole rilevanza per la vastità delle opere realizzate, per le conseguenze positive sul piano della conservazione del suolo e per i riflessi su quello paesaggistico ed economico-sociale: ha contribuito a stabilizzare l'occupazione in aree svantaggiate, promuovere lo sviluppo di attività imprenditoriali collaterali e qualificare la manodopera. Ma al notevole sforzo di rimboschimento non è sempre seguita l'applicazione di cure colturali adeguate, nonostante che la sperimentazione abbia dimostrato l'utilità di una gestione attiva. Oggi questi rimboschimenti presentano, in diversa misura, problemi di efficienza e stabilità. Si tratta di sistemi molto semplificati che non rispondono ai requisiti di naturalità per composizione, struttura, organizzazione, funzionalità e resilienza (Nocentini, 2001).

L'esigenza oggi è individuare metodi utili al mantenimento di queste aree boscate. La soluzione non può essere riferibile a tecniche di taglio e reimpianto: nonostante la sostanziale semplicità di realizzazione, infatti, si tratta di

pratiche non sempre – anzi, quasi mai – proficue in termini finanziari e pertanto difficilmente praticabili, ma, soprattutto, così operando si condiziona pesantemente l'evoluzione, orientando i popolamenti verso un modello scelto a priori. Si tratta invece di agire attraverso una gestione orientata alla costituzione di un sistema che sia in grado di organizzarsi e di perpetuarsi in modo autonomo, una gestione orientata cioè alla *rinaturalizzazione*. L'opera del selvicoltore sarà quella di assecondare l'evoluzione naturale del soprassuolo attraverso un'azione a sostegno dei *processi* di autorganizzazione del sistema stesso (Nocentini, 2000). Da un punto di vista pratico, l'azione di rinaturalizzazione in un rimboschimento, dovrà tendere a favorire la reintroduzione per via *autonoma* delle specie locali.

Altra parola chiave, quando si parla di rinaturalizzazione, è *cautela*. Avendo a che fare con sistemi biologici complessi, caratterizzati da reazioni non totalmente predeterminabili, occorre adottare il metodo di prova ed eliminazione degli errori (Ciancio e Nocentini, 1994a e 1994b). È importante che i cambiamenti operati dall'uomo avvengano in modo graduale non solo per permettere alle varie forme di vita di evolversi in modo autonomo (*sostenibilità ambientale*), ma anche perché le modifiche del paesaggio siano condivise dalle popolazioni locali (*sostenibilità sociale*).

In questo lavoro vengono presentati i risultati di un secondo momento di verifica di una prova sperimentale di *rinaturalizzazione* iniziata nel 1983 in un rimboschimento di pino nero e laricio a Monte Morello in provincia di Firenze. Scopo della sperimentazione è (a) verificare la stabilità dei pini a sostenere la gradualità del cambiamento e (b) analizzare la velocità e l'andamento dell'affermazione delle specie locali.

2. L'AREA DI STUDIO

Monte Morello è da sempre considerata “la montagna dei fiorentini”. Con i 934 metri di altezza massima della cosiddetta *Prima Punta* (Poggio Casaccia) domina infatti il paesaggio della piana fiorentina. Il nome deriva con tutta probabilità dall'aspetto silvestre che lo ha caratterizzato fino al XVI secolo¹, epoca in cui il Granduca Cosimo I lo fece completamente disboscare per fabbricare le travi del Palazzo degli Uffizi. Le pendici di Monte Morello sono rimaste pressoché spoglie fino all'inizio del XX secolo, momento in cui fu disposta un'opera di rimboscimento per contrastare i rischi dovuti all'instabile assetto idrogeologico della montagna (Del Noce, 1849; Ciampi, 1979).

I lavori si protrassero per più decenni. Furono impiegate specie “preparatorie”: conifere (pino nero, pino laricio e cipresso comune) coltivate in purezza o mescolate con le latifoglie tipiche della zona (in prevalenza leccio, cerro e roverella). Attualmente la superficie coperta da questi rimboschimenti supera i 500 ha, e Monte Morello ha riacquisito quel colore scuro, che probabilmente aveva in antico e al quale pare sia dovuto il suo nome.

Il forte peso attribuito all'aspetto protettivo dell'intervento – che doveva avvenire anche in tempi rapidi – metteva in secondo piano tutte le altre valutazioni, comprese quelle colturali e di gestione della copertura forestale finalizzata al suo mantenimento nel tempo.

Dal 2001, a Monte Morello è in vigore un *Piano di Gestione e rinaturalizzazione dei rimboschimenti* (Ciancio, 2000) - realizzato e curato dall'Accademia Italiana di Scienze Forestali - che si pone come obiettivo quello di facilitare l'evoluzione verso sistemi complessi e funzionali sotto il profilo biologico (Metzke, 2002).

Il massiccio di Monte Morello - limitato a sud e sud-ovest dalla valle dell'Arno, a nord-ovest dal torrente Marinella, a nord-est dal torrente Carza, a sud-est dai più modesti rilievi fiesolani - è principalmente caratterizzato da alternanza di banconi di calcari marnosi e marne calcaree con livelli argillici o con spessori di arenarie e argilliti in proporzioni variabili (Rubellini, 1989). I suoli possono essere ascritti al tipo delle terre brune. Quando la pineta ha raggiunto lo stato di perticaia o di fustaia si forma un orizzonte di materia organica particolarmente spesso. Gli orizzonti successivi si differenziano secondo che si tratti di terreni derivanti da detrito di falda o di terreni derivanti da rocce in posto. Il tipo di humus è di transizione fra *mull* e *moder* (Berneti, 1962).

Il clima della zona è temperato con estate calda e leggermente siccitosa. Le precipitazioni medie annue oscillano tra i 1100-1200 mm e la temperatura media passa dai 13 agli 11,2°C salendo da 400 a 700 m s.l.m. (Raffaelli, 1989).

Dal punto di vista vegetazionale, Monte Morello rappresenta un tipico rilievo preappenninico in cui avviene il pas-

saggio dalla vegetazione termofila sub-mediterranea a quella montana appenninica. La vegetazione spontanea è rappresentata da boschi di roverella, cerro, carpino nero: formazioni sub-montane di latifoglie decidue boreali, inquadrabili da un punto di vista fitosociologico nell'ordine delle *Quercetalia pubescenti-petree* Br. Bl. (Arrigoni e Foggi, 1992).

Il sottobosco è scarsamente presente e composto in prevalenza da biancospino (*Crataegus monogyna* Jacq.), rovo (*Rubus fruticosus* L. – sensu lato), edera (*Hedera helix* L.), vitalba (*Clematis vitalba* L.), elleboro (*Helleborus viridis* L.), sambuco (*Sambucus nigra* L.). Il terreno è coperto da una spessa lettiera di aghi di pino coperta a tratti da graminacee. A valle il rimboscimento confina con un ceduo misto a prevalenza di carpino nero e ornio.

3. LA PROVA SPERIMENTALE

Gli interventi sperimentali sono stati eseguiti nel 1983 in un popolamento di pino nero e laricio di 60 anni di età, situato nel Comune di Sesto Fiorentino, con esposizione Nord Est, ad una altitudine media di 625 metri s.l.m.

I popolamenti scelti per la sperimentazione sono fra i primi edificati sul Monte Morello. Fanno parte di una fascia di circa 50 ha che copre il versante settentrionale e orientale del Monte Rotondo: un costone che si protende verso sud-est a 708 metri di quota. La proprietà dei terreni è privata. I lavori di rimboscimento furono realizzati con contributi a carico dello Stato e della Provincia (Poggesi, 1976).

Il rimboscimento è a prevalenza di pino nero (*Pinus nigra*) e pino laricio (*Pinus nigra* Arn. var. *laricio*), con sporadici, piccoli gruppi di cipresso (*Cupressus sempervirens* L.). Insieme ai pini furono piantate anche latifoglie, probabilmente ceduate con le prime ripuliture. All'inizio della sperimentazione i cipressi perlopiù erano morti o si trovavano in condizioni vegetative precarie, mentre dell'impianto originario rimanevano solo pochi, sporadici polloni di latifoglie. L'impianto risale al 1912-16 ma l'età del soprassuolo rispetto all'età d'impianto è inferiore di circa 10 anni, forse a causa delle estese e ripetute fallanze che resero necessari risarcimenti protrattisi per più anni (Doriguzzi, 1950; Poggesi, 1976). A valle del rimboscimento è presente un soprassuolo ceduo a prevalenza di carpino, ornio e cerro.

I rilievi sono stati eseguiti in tre aree di saggio di 1200 m² ciascuna (30 x 40 metri) localizzate all'interno della pineta lungo una direttrice grossomodo parallela al confine che separa il rimboscimento dal ceduo sottostante.

Gli aspetti esaminati, oggi come nella verifica del 1995, (Nocentini, 1995) sono: (i) le condizioni vegetative degli individui che compongono la copertura principale (i pini) e (ii) la presenza, la vitalità e lo sviluppo della rinnovazione naturale.

Mediamente il ceduo dista 35 metri dal lato a valle di ogni area di saggio. Ogni pianta del soprassuolo principale (i pini) è stata contraddistinta con un numero identificativo – così da facilitare le operazioni di monitoraggio negli anni. A ogni rilievo successivo sono stati misurati: il diametro ad 1,30 m (soglia diametrica di cavallettamento pari a 3 cm), l'altezza totale, l'altezza di inserzione della chioma verde e la posizione relativa di ogni pino presente. Delle latifoglie è stato misurato solamente il diametro ad un 1,30

¹ Le prime testimonianze di utilizzazioni forestali a Monte Morello risalgono all'epoca etrusca e l'opera di disboscamento fu continua e graduale nei secoli (le travature della Chiesa di Santa Croce a Firenze furono realizzate con legname proveniente proprio da Monte Morello). Scrive L.B. Alberti nel XV secolo, poco prima della completa deforestazione: «*Maurelius mons qui supra Florentia est / patrum nostrarum aetate multa virebat abiete: at nunc nudus et asper relictus est / imbrum ni fallor absterionibus*» (Alberti L.B., 1450).

metri (stessa soglia diametrica di cavallettamento di 3 cm) e un'altezza indicativa per ciascuna area di saggio.

All'inizio della sperimentazione i popolamenti si presentavano piuttosto densi, con uno scarso sviluppo in senso verticale della chioma verde e la sporadica presenza di latifoglie nel sottobosco. Il numero di piante asportate con l'intervento risultò pari al 46-49% del totale corrispondenti a circa il 30% della massa in piedi (Tabella 1), quantità che ha permesso alla proprietà di compensare i costi di utilizzazione (Nocentini, 1995).

Nel 1999, allo scopo di rilevare la risposta all'intervento in termini di insediamento della rinnovazione, in ogni area è stato realizzato un *transect* di 50 metri di lunghezza e 2 metri di larghezza, disposto all'interno dell'area in modo da attraversare al centro l'area e proseguire lungo la direzione verso il confine con il ceduo (Figura 4 in alto). Di ogni pianta presente nel *transect* sono stati rilevati la specie, il diametro, l'altezza complessiva e la posizione relativa.

4. RISULTATI

4.1 La componente artificiale: i pini

L'intervento ha prodotto effetti complessivamente positivi nei confronti dei pini, che si sono manifestati in particolare con il rallentamento della riduzione della chioma verde in senso verticale (Figura 2) registrato sia nel primo periodo (1983-1995) che nel secondo (1995-2007) e con un incremento diametrico relativamente sostenuto in tutte le classi. Nel periodo 1995-2007 si è verificata la morte di alcune piante di pino (Tabella 2).

La rinnovazione naturale dei pini è assente, a causa anche dello scarso apporto di luce al terreno per la fitta copertura delle latifoglie.

L'analisi degli incrementi di volume, che in un'ottica di gestione orientata alla rinaturalizzazione assume un valore relativo, può essere utilizzato come indicatore dello stato di salute del popolamento e quindi anche della sua possibilità di permanenza nel sistema. L'incremento corrente (medio periodico) continua a crescere ed è passato da una media di $14.8 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ anno}^{-1}$ per il periodo 1983-1995 a $15.4 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ anno}^{-1}$ per il periodo 1995-2007 (Tabella 2). Anche l'incremento medio è ancora crescente: da $9.6 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ anno}^{-1}$ nel 1995 a $10.0 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ anno}^{-1}$ all'età di 84 anni (Tabella 2).

4.2 La componente autoctona: le latifoglie

Gli effetti dell'intervento culturale sugli strati inferiori non hanno tardato a manifestarsi: la riduzione della copertura dei pini ha permesso lo sviluppo degli arbusti già presenti, tanto da rendere difficilmente accessibile il terreno soprattutto nei primi anni dopo l'intervento. Le giovani plantule di latifoglie (soprattutto carpino e orniello, ma anche acero montano e cerro) non hanno risentito della competizione con rovi e edera: anzi sono aumentati in modo consistente in specie e numero (Tabella 2, Figura 3), soprattutto a partire dal 1995, fino ad affermarsi e creare uno strato, uniforme per copertura, di 4-8 metri di altezza.

L'affermazione delle latifoglie è stata sicuramente favorita anche dalla presenza del popolamento di carpino e orniello a valle delle aree di studio.

I dati sulla rinnovazione raccolti nei tre *transect* confermano che l'evoluzione naturale dei popolamenti tende verso boschi misti a prevalenza di latifoglie, tendenza questa sicu-

ramente influenzata dalla presenza del ceduo nella zona a valle delle tre aree di saggio. Spostandosi lungo l'asse maggiore del *transect* verso il limite esterno dell'area (e quindi verso il ceduo) si registra un graduale aumento di semenzali di latifoglie (in prevalenza carpino nero e orniello, sporadica la presenza di acero (Figura 4) che tornano a diminuire man mano che si esce dall'area di saggio. Questo effetto, più pronunciato nell'area 2, è forse dovuto alla diversa distanza di ciascuna area ha dal ceduo: l'area 2 è la più vicina (33 metri circa), la 3 la più lontana (50 metri circa) mentre la 4 è ad una situazione poco diversa dalla 2 (35 metri).

4.3 Ipotesi per un secondo intervento culturale

Nell'ottica di favorire i gruppi di latifoglie che si sono affermati, ma che stentano a svilupparsi ulteriormente per l'aduggiamento operato dai pini, viene proposto un secondo intervento culturale. Operando in ambiente mutevole non è possibile oggi prevedere *tutti* gli effetti dell'azione dell'uomo sulla struttura e sulla composizione specifica del sistema, per cui è necessario che gli interventi siano prudenti e i loro effetti costantemente monitorati. In quest'ottica e sfruttando la disponibilità di tre aree poste a breve distanza l'una dall'altra, verrà testata la diversa risposta del sistema a diversi gradi di copertura e quindi di diverse intensità di prelievo.

Nel periodo 1995-2007 si è registrato – in modo più evidente rispetto al primo periodo – l'ingresso spontaneo e massiccio di latifoglie, probabilmente grazie al fatto che intorno al 1995 il grado di copertura del suolo a opera sia dei pini sia delle latifoglie che via via si erano andate affermando, ha favorito l'aduggiamento nei confronti del rovo.

Per verificare questa ipotesi, con il secondo intervento la densità (in termini di area basimetrica ad ettaro a carico dei pini) è stata riportata a valori vicini a quelli del 1995. Ciò coincide col prelievo del 10% sull'area 4 e del 16% sull'area 3. L'area 2 è utilizzata invece come testimone per valutare le risposte del sistema se non sottoposto ad altri interventi (Tabella 3).

5. DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

La prova sperimentale, eseguita per verificare (a) la stabilità dei pini a sostenere la gradualità del cambiamento e (b) la velocità e l'andamento della affermazione delle specie locali, fornisce indicazioni culturali utili per la pianificazione e la gestione di rimboschimenti realizzati con specie al di fuori della loro area di vegetazione naturale.

La prima, di carattere generale, riguarda la posizione del selvicoltore: esso deve anzitutto comprendere quali sono i processi naturali in atto e quali sono stati i fenomeni che li hanno generati, cercando così di favorirli senza sostituirsi *in toto* ad essi.

Nel caso qui esaminato, il soprassuolo principale (i pini) ha raggiunto e superato senza grandi problemi il turno tradizionalmente previsto: la Tavola alsometrica per le pinete di pino nero e laricio della Toscana (Bernetti *et al.*, 1969) individua la culminazione dell'incremento medio a 70 anni; per i rimboschimenti di pino nero in Toscana Bernetti (1987) suggerisce un turno di 80-90 anni. I dati incrementali rilevati nelle aree qui esaminate mostrano invece come a oltre 80 anni l'incremento medio e l'incremento corrente siano ancora crescenti.

Nell'ultimo periodo sono iniziati i primi segni di cedimento: alcuni pini sono morti creando dei piccoli gaps che hanno favorito l'insorgenza di rovi, ma insieme anche la possibilità di ulteriore affermazione da parte delle latifoglie.

Il costante e continuo aumento di latifoglie – sia per numero di piante che per numero di specie – permette di affermare che grazie all'intervento del 1983, il sistema ha iniziato un processo evolutivo che lo porterà verso condizioni di maggiore autonomia.

Nella situazione specifica, la funzione di miglioramento del suolo attribuita in origine ai rimboschimento in oggetto è quasi terminata, anche se non del tutto. L'analisi degli effetti del secondo intervento culturale permetterà di verificare l'andamento dei processi di rinaturalizzazione.

Gli interventi culturali applicati hanno prodotto benefici effetti sia sull'efficienza complessiva del sistema sia sul mantenimento della copertura forestale anche ai fini paesaggistici oltre che ambientali.

RICONOSCIMENTI

Lavoro svolto con il contributo dell'Università di Firenze, Progetto di ricerca d'Ateneo (ex 60%) "La rinaturalizzazione dei sistemi forestali" e con il cofinanziamento dell'Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione in Agricoltura (ARSIA) della Regione Toscana, nell'ambito del Progetto MOGFUS.

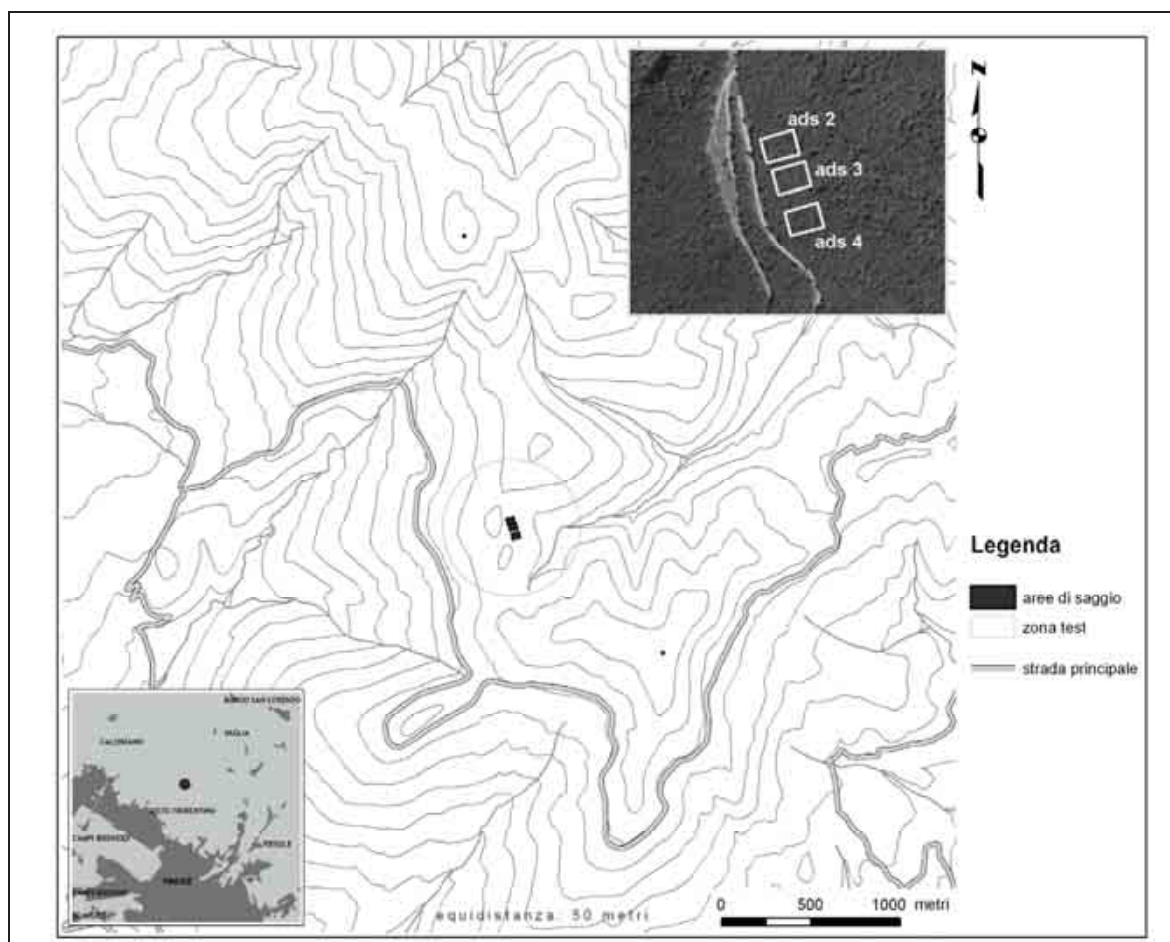


Figura 1. Collocazione geografica dell'area di studio.

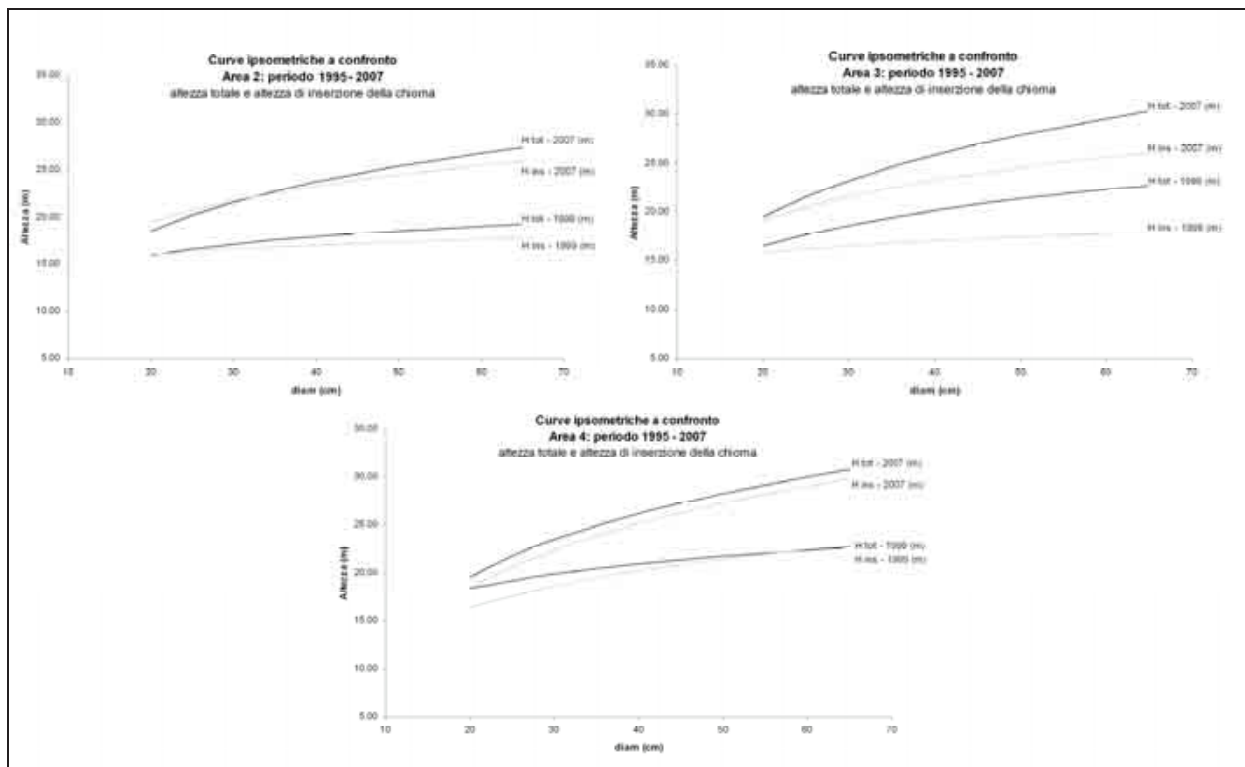


Figura 2. Confronto delle curve ipsometriche di altezza totale e altezza di inserzione della chioma (chioma verde) nel periodo 1995-2007 nelle tre aree di studio.

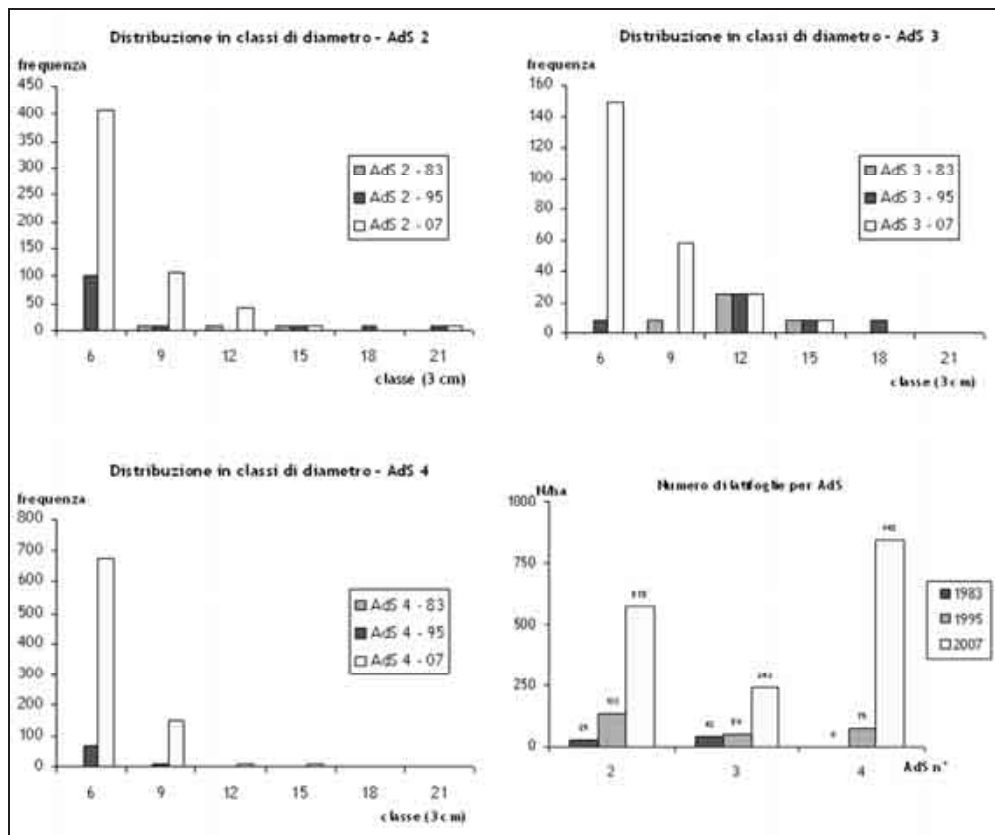


Figura 3. Distribuzione delle latifoglie in classi diametriche di 3 cm (soglia di cavallettamento: 3 cm). Dato disaggregato per singola area e complessivo sulle tre aree.

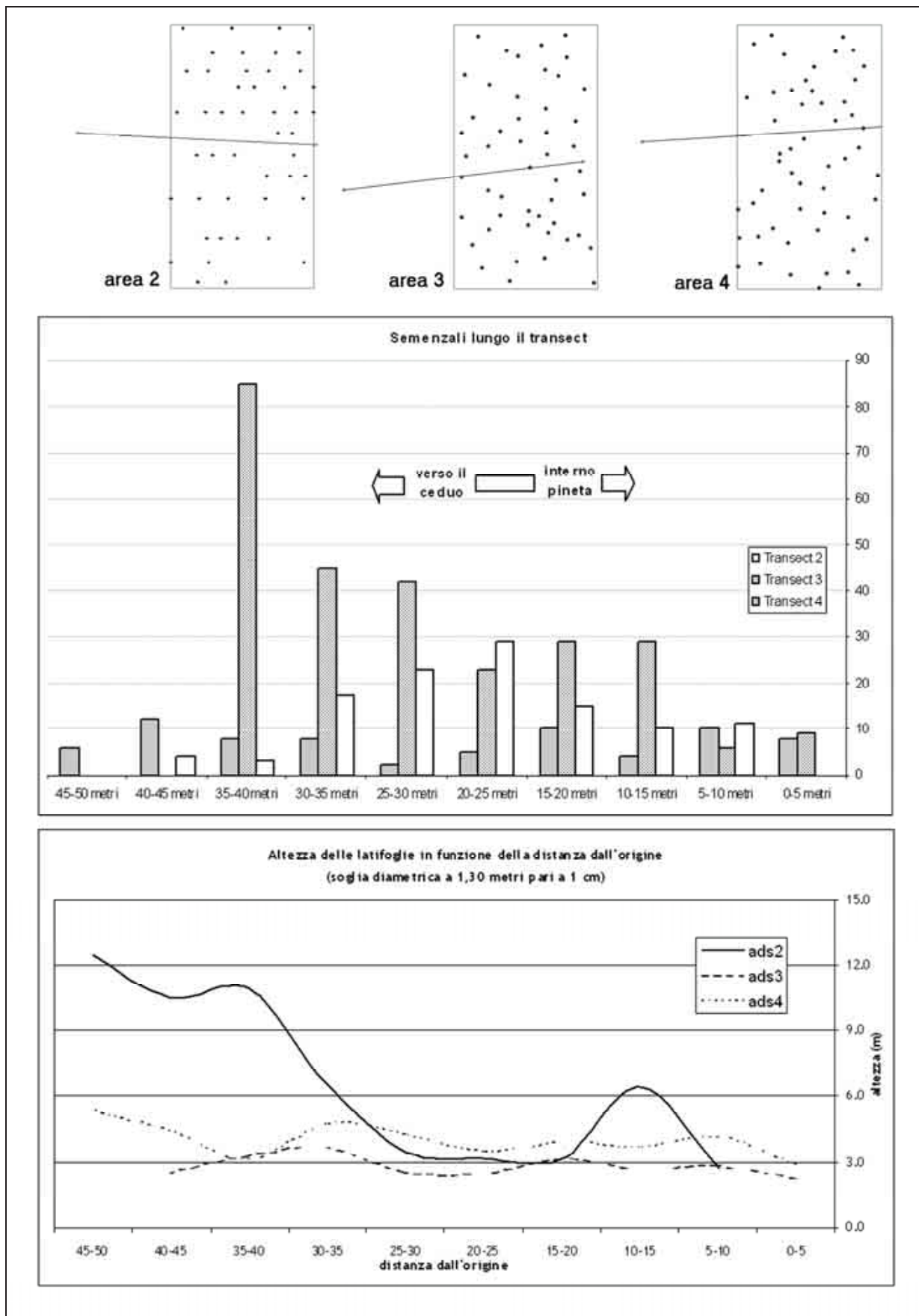


Figura 4. Dall'alto verso il basso: (i) posizione dei transect rispetto all'area di saggio; (ii) numero di semenzali di latifoglie lungo il transect; (iii) altezza media delle latifoglie lungo il transect.

Area n.	tipologia	età	prima dell'intervento (1983)										caratteri dell'intervento (1983)										dopo l'intervento (1983)				
			N/ha	G/ha	d medio	Vol/ha	Hm	Hdom	feracità ^(a)	Im	N/ha	N%	G/ha	G%	d medio	Vol/ha	Vol %	N/ha	G/ha	d medio	Vol/ha	N/ha	G/ha	d medio	Vol/ha	H media	H dom
2	Pino nero	60	767	53.83	29.9	466	17.9	19.6	III	7.7	375	49	17.08	32	24.1	140	30	392	36.8	34.6	325	18.6	19.6				
	Latifoglie*		25	0.34	13.2													25	0.3	13.2							
3	Pino nero	60	775	60.32	31.5	618	21.3	23.1	II	10.3	367	47	19.87	33	26.3	192	31	408	40.5	35.5	426	22.1	23.1				
	Latifoglie**		42	0.45	11.7													42	0.4	11.7							
4	Pino nero	60	808	51.16	28.4	468	18.9	21.0	III	7.8	358	44	15.48	30	22.9	120	28	450	35.7	32.4	348	19.8	21				
	Latifoglie		0	0														0									
Media	Pino nero		783	55.10	29.9	517	19.4	21.2		8.6	367	47	17.48	32	24.4	151	30	417	37.7	34.2	366	20.2	21.2				
	Latifoglie		22	0.26	12.5													22	0.4	12.5							

* Orniello 100%

** Orniello 80%, Cerro 20%

(a) la classe di fertilità è stata desunta confrontando i dati delle aree oggetto di studio con quelli riportati nella tavola alsometrica per il pino nero e laricio di Bernetti et al. (1969).

Tabella 1. I soprassuoli all'inizio della sperimentazione. Situazione prima e dopo l'intervento di diradamento e caratteri dell'intervento stesso (tratto da Nocentini, 1995 modificata).

Area n.	tipologia	età anni	Piante vive N/ha	G/ha m2/ha	d medio cm	Voll/ha m3/ha	H media m	H dom m	Im m3ha-lanno-1	Ic m3ha-lanno-1	Piante morte N/ha
2	Pino nero	72	391	48.34	39.6	494	21.4	22.5	8.8	14.1	
	Latifoglie*		133	0.94	9.5						
3	Pino nero	72	408	53.04	40.7	576	22.8	23.5	10.6	12.5	
	Latifoglie**		50	0.64	12.8						
4	Pino nero	72	450	49.42	37.4	563	23.9	24.8	9.5	17.9	
	Latifoglie***		75	0.19	5.7						
Medie	Pino nero		416	50.86	39.2	544	22.7	23.6	9.6	14.8	
	Latifoglie		86	0.59	9.3						
1995	* Carpino 50%; Ormiello 25%; Acero spp 25%.										
	** Ormiello 66%; Carpino 17%; Cerro 17%.										
	*** Carpino 78%; Acero spp 11%; Cerro 11%.										
2	Pino nero	84	333	49.2	42.6	575	24.1	25.7	8.5	13.7	58
	Latifoglie*		575	2.5	7.5						
3	Pino nero	84	400	61.2	43.7	781	26.6	28.1	11.7	17.8	8
	Latifoglie**		242	1.1	7.6						
4	Pino nero	84	400	51.4	40.1	643	26.1	27.7	9.7	14.8	50
	Latifoglie***		842	2.8	6.5						
Medie	Pino nero	84	378	54.0	42.1	666		27.2	10.0	15.4	39
	Latifoglie		553	2.1	7.2						
2007	* Carpino 57%; Ormiello 16%; Acero spp 14%; Cerro 3%; Altre spp 10%.										
	** Carpino 55%; Ormiello 17%; Cerro 3%; Altre spp 24%.										
	*** Carpino 82%; Ormiello 13%; Acero spp 1%; Cerro 1%; Altre spp 3%.										
	L'incremento corrente è stato calcolato considerando anche il volume delle piante morte nel periodo.										

Tabella 2. Lo stato dei popolamenti a 12 (1995) e a 24 anni (2007) dall'intervento.

Area n.	tipologia	età	prima dell'intervento							caratteri dell'intervento							dopo l'intervento								
			N/ha	G/ha	d medio	Vol/ha	Hm	Hdom	N/ha	N%	G/ha	G%	d medio	Vol/ha	Vol%	N/ha	G/ha	d medio	Vol/ha	Vol%	N/ha	G/ha	d medio	Vol/ha	H media
2	Pino nero	84	333	49.2	42.6	575	24.1	25.7	0	0%	0.0	0	0%	0.0	0	0%	0.0	0	0%	333	49.2	42.6	575	24.1	25.7
	Latifoglie		575	2.5	7.5															575	2.5	7.5			
3	Pino nero	84	400	61.2	43.7	781	26.6	28.1	92	23%	9.9	119	15%	36.9					308	51.3	45.8	662	27.0	27.8	
	Latifoglie		242	1.1	7.6															242	1.1	7.6			
4	Pino nero	84	400	51.4	40.1	643	26.1	27.7	67	17%	5.3	61	9%	31.9					333	46.1	41.7	583	26.5	27.8	
	Latifoglie		842	2.8	6.5															842	2.8	6.5			

Tabella 3. Secondo diradamento. Situazione prima e dopo l'intervento.

SUMMARY

THE RENATURALIZATION OF FOREST PLANTATIONS: RESULTS OF AN EXPERIMENTAL TRIAL IN AN AUSTRIAN PINE STAND

The paper examines evolution of stand structure, composition and stability of an Austrian pine (*Pinus nigra* Arn.) plantation following an experimental trial on renaturalization carried out in 1983. The pine stands are located in Monte Morello (Florence, Italy) and were 60 years old at the time of the trial. In 1983 47% of pine trees (equal to 29% in terms of volume) was removed. In order to control the effect of this operation on the stands, field surveys were carried out after 6, 12, 16 and 24 years. After 6 years from intervention data showed stand stability had increased and there had been a significant increase in natural regeneration of broadleaves below the pines. During all the 24 years the pine stand showed high volume increment rates. Natural regeneration of *Ostrya carpinifolia*, *Fraxinus ornus*, *Acer platanoides*, *Acer pseudoplatanus* and *Quercus cerris* increased during the period. Overall, results confirm that the intervention produced benefits both on the pines and on the natural regeneration of local broadleaves. A second intervention is also proposed, in order to further support the evolutionary processes.

BIBLIOGRAFIA

- Alberti L.B., 1450 – *De re aedificatoria*. Liber III. Biblioteca Mediceo-Laurenziana, Firenze.
- Amorini E., Fabbio G., 1992 – *La gestione dei rimboschimenti con pino nero*. Monti e Boschi, XLIII (4): 27-29.
- Antonio G., 1990 – *Componenti ambientali di Monte Morello: paesaggio vegetale* (Scala 1:100000). Cartografia SELCA, Firenze.
- Arrigoni P.V., Foggi B., 1992 – *Carta della vegetazione del Monte Morello (Provincia di Firenze) 1:25.000*. Università degli Studi di Firenze, S.EL.CA., Firenze.
- Avolio S., Ciancio O., 1979 – *Prove di diradamento e tavole di cubatura per pinete artificiali di pino laricio*. Annali dell'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura, Vol. X: 25-77, Arezzo.
- Bernetti G., 1962 – *Osservazioni sull'influenza della vegetazione sul terreno nei rimboschimenti di Monte Morello*. Atti del Congresso Nazionale sui rimboschimenti e sulla ricostituzione dei boschi degradati, Firenze 12-15 aprile 1961. Vol. II Comunicazioni e interventi, pp. 99-110.
- Bernetti G., 1987 – *I boschi della Toscana*. Quaderni di Monti e Boschi, Edagricole, Bologna.
- Bernetti G., Cantiani M., Hellrigl B., 1969 – *Ricerche alsometriche e dendrometriche sulle pinete di pino nero e laricio in Toscana*. L'Italia Forestale e Montana, XXIV (1): 10-41.
- CAI, 1998 – *Monte Morello: guida*. Club alpino italiano, Sezione di Sesto fiorentino.
- Ciampi G., 1979 – *Osservazioni sulla dinamica del paesaggio forestale in due aree ai margini del Valdarno fiorentino: Monte Morello e Artimino*. Rivista di storia dell'agricoltura, anno XIX, n. 1 (aprile 1979)
- Ciancio O. (Coordinatore), 2000 – *Piano di Gestione e rinaturalizzazione dei rimboschimenti di Monte Morello, periodo 2001-2010*. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Provincia di Firenze.
- Ciancio O., Iovino F., Menguzzato G., Nicolaci A., Nocentini S., 2004 – *Il «taglio a scelta a piccoli gruppi» nelle pinete di pino laricio in Sila*. L'Italia Forestale e Montana, LIX (2): 81-98.
- Ciancio O., Nocentini S., 1994a – *La gestione forestale nelle aree protette*. Linea ecologica, 26 (6): 10-13.
- Ciancio O., Nocentini S., 1994b – *Problems and perspectives of forest management. Problemi e prospettive della gestione forestale*. L'Italia Forestale e Montana, IL (6): 550-566.
- Ciancio O., Martire F., 1971 – *Prove di applicabilità del «fattore distanziale» di Hart-Becking*. Annali dell'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura, Vol. II: 63-70, Arezzo.
- Ciancio O., Nocentini S., 1978 – *Prove di diradamento su Pseudotsuga menziesii con il metodo del fattore distanziale di Hart-Becking*. Annali dell'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura, Vol. IX: 1-33, Arezzo.
- Del Noce G., 1849 – *Trattato storico, scientifico ed economico delle macchie e foreste del Gran-Ducato toscano*. Firenze, 1849.
- Doriguzzi G., 1950 – *Il rimboschimento di Monte Morello in provincia di Firenze*. Monti e boschi, 1(9): 387-396.
- Gatteschi P., Meli R., 1996 – *I rimboschimenti di Monte Morello 85 anni dopo (1909-1994)*. L'Italia Forestale e Montana, LI (4): 231-249.
- Hippoliti G., Pasquali U., Piussi P., 1979 – *Settore forestale. Relazione generale*. In: «Il Parco territoriale di Monte Morello. Analisi delle risorse e metodologia d'intervento per la formazione dei parchi territoriali nell'area fiorentina». A cura di G.F. di Pietro, G. Errera, L. Omodei Zorini, P. Piussi. Provincia di Firenze. Consorzio per la sistemazione e la manutenzione della strada panoramica dei Colli Alti, Firenze. Pp. 115-167.
- Metzke F., 2002 – *I rimboschimenti di Monte Morello: analisi e indirizzi di un progetto aperto per la loro rinaturalizzazione*. L'Italia Forestale e Montana, LVII (2): 125-138.
- Nocentini S., 1999 – *La gestione dei rimboschimenti tra selvicoltura e arboricoltura da legno*. In: «Nuove frontiere nella gestione forestale» (a cura di O. Ciancio). Accademia italiana di scienze forestali, Firenze. Pp. 117-129.
- Nocentini S., 2000 – *La rinaturalizzazione dei sistemi forestali: aspetti concettuali*. L'Italia Forestale e Montana, LV (4): 211-218.
- Nocentini S., 2001 – *La rinaturalizzazione come strumento di recupero dei sistemi forestali semplificati nell'Italia Meridionale*. L'Italia Forestale e Montana, LVI (5): 344-351.
- Nocentini S., 1995 – *La rinaturalizzazione dei rimboschimenti. Una prova sperimentale su pino nero e laricio nel complesso di Monte Morello (Firenze)*. L'Italia Forestale e Montana, L (4): 425-435.
- Poggesi A., 1976 – *L'opera di rimboschimento sui colli fiorentini*. Provincia di Firenze. Collana di studi sui problemi umanistici n. 4.
- Raffaelli M., 1989 – *Indagine preliminare sulla flora di Monte Morello (Toscana Centro-Settentrionale)*. In: «L'ambiente. Problematiche e prospettive, idee e contributi per una politica ambientale». Atti del 1° convegno sullo stato dell'ambiente a Sesto Fiorentino. Edizioni Medicea, Firenze. Pp. 277-323.

Rubellini P., 1989 – *Circolazione idrica e sorgenti dell'area collinare del Comune di Sesto Fiorentino*. In: «L'ambiente. Problematiche e prospettive, idee e

contributi per una politica ambientale». Atti del 1° convegno sullo stato dell'ambiente a Sesto Fiorentino. Edizioni Medicea, Firenze. Pp. 309-323.

FAUNA UNGULATA E DINAMICHE EVOLUTIVE DI SOPRASSUOLI FORESTALI IN TOSCANA

(*) Dipartimento di Scienze e Tecnologie Ambientali Forestali, Università degli Studi di Firenze

Si sintetizzano i risultati di indagini sull'interazione fra fauna ungulata e processi successionali in soprassuoli forestali. In particolare si analizzano i risultati di ricerche condotte in abetine di abete bianco e pinete di pino nero della Toscana. Gli studi si sono mossi in tre direzioni principali: 1) caratteristiche stazionali in cui si osservano i danni di maggiore entità a carico delle piante del piano di rinnovazione; 2) impatto degli ungulati nei confronti dell'ingresso delle latifoglie sotto la copertura di soprassuoli puri di conifere; 3) influenza sull'insediamento e sull'accrescimento giovanile di abete bianco.

I risultati evidenziano l'influenza negativa dell'elevato carico di ungulati (soprattutto del cervo) sul piano di rinnovazione, in termini sia di riduzione di densità e velocità di accrescimento, sia di semplificazione della composizione specifica.

Per quanto riguarda le applicazioni gestionali, è evidente che qualsiasi intervento selvicolturale che voglia assecondare le successioni secondarie nei popolamenti forestali non può prescindere dal controllo del carico di ungulati selvatici. Ciò presuppone una gestione integrata, che a misure faunistico-venatorie affianchi misure di gestione forestale e ambientale, a scala territoriale.

Parole chiave: ungulati selvatici, gestione forestale, selvicoltura naturalistica.

Key words: wild ungulate, forest management, close to nature silviculture.

Mots clés: onglés sauvages, aménagement forestier, sylviculture proche à la nature.

1. INTRODUZIONE

I processi successionali in atto in soprassuoli forestali di origine artificiale (rinaturalizzazione) rappresentano un aspetto selvicolturale di primaria importanza. Tali fenomeni sono infatti il punto di partenza di una dinamica che, col tempo e con l'aiuto della selvicoltura, dovrebbe indirizzare le evoluzioni in direzione di popolamenti forestali misti a struttura complessa, dotati di maggiore stabilità ed equilibrio ecologico: si tratta di uno degli obiettivi prioritari di una gestione forestale sostenibile (Bernetti 1987, Zerbe 2002, Wohlgemuth *et al.* 2002; Paci 2004, AA.VV. 2004). Molto spesso l'eccessivo carico di fauna ungulata presente in alcuni di questi soprassuoli, costituisce un fattore di disturbo che, limitando le dinamiche evolutive (Oliver e Larson 1996, Reimoser e Gossow 1996), ne condiziona ogni forma di gestione selvicolturale.

Per questo motivo, nel DISTAF dell'Università di Firenze, da alcuni anni sono iniziate ricerche finalizzate allo studio di tale problema, concentrate in zone in cui il fenomeno si presenta con maggiore impatto, cioè nell'ambito di aree protette, in particolare nella Riserva Biogenetica di Vallombrosa (FI) e nel Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi, Monte Falterona e Campigna (AR, FI, FC). Le indagini hanno riguardato in massima parte soprassuoli di abete bianco e di pino nero (Bianchi e Paci 2002; Bianchi *et al.* 2005 a,c; Bianchi *et al.* 2006; Bianchi *et al.* 2007; Bianchi e Paci 2008).

Gli studi si sono mossi in tre direzioni principali:

1) analisi delle caratteristiche stazionali in cui si osservano i danni¹ di maggiore entità a carico del piano di rinnovazione;

2) impatto degli ungulati nei confronti dell'ingresso delle latifoglie sotto la copertura di soprassuoli puri di conifere; 3) influenza sull'insediamento e sull'accrescimento giovanile di abete bianco in boschi puri e misti.

Altre osservazioni sono state compiute nell'ambito di ricerche che non si ponevano, come obiettivo principale, lo studio dell'interazione fra fauna ungulata e processi di rinnovazione: tuttavia, dalle osservazioni effettuate sono emersi spunti di riflessione interessanti sotto tale profilo, come nel caso dello studio delle pinete litoranee di pino domestico (Bianchi *et al.* 2005b) e di una successione primaria all'interno della Riserva Naturale Integrale di Sasso Fratino (Montanari 2006).

Di seguito si propone una sintesi dei risultati emersi dall'attività di ricerca. Per i dettagli metodologici e le caratteristiche stazionali delle aree indagate si rimanda agli articoli citati nel testo.

2. SINTESI DEI RISULTATI

Nel territorio casentinese, vari fenomeni (ripopolamento di cervo, daino e capriolo effettuato dall'A.S.F.D. negli anni '60, riduzione della pressione venatoria a seguito dell'istituzione del Parco) hanno portato, negli ultimi quindici anni, all'incremento demografico delle popolazioni di ungulati, oggi elemento cruciale per lo sviluppo e l'affermazione della rinnovazione naturale e artificiale di molte specie forestali. Lo studio delle dinamiche strutturali nelle pinete di pino nero (Bianchi e Paci 2002) e nelle abetine (Bianchi *et al.* 2005c) ha infatti messo in evidenza che, in entrambi i casi, la pressione esercitata dalla fauna ungulata rappresenta il fattore che, più di altri, ostacola il pas-

¹ Si è in presenza di "danno" quando, in seguito a un evento traumatico, si osserva una riduzione notevole dell'accrescimento della piantina: in particolare, secondo Gill (1992) il danno è "qualunque ferita agli alberi sotto forma di rimozione dei tessuti (foglie, corteccia, fiori, germogli, ecc.)". La

mortalità delle piante in rinnovazione, nelle nostre indagini, è imputabile principalmente alla brucamento da parte degli animali selvatici.

saggio da strutture semplificate (monoplane e biplane) a fisionomie più complesse (pluristratificate). In particolare l'azione dei cervidi rallenta - in certi casi impedisce - l'insediamento e l'affermazione del piano successionale e, allo stesso tempo, favorisce la diffusione di specie meno appetite, come ad esempio il faggio.

Per quanto riguarda le indagini specifiche sull'azione della fauna ungulata nei confronti del processo di rinnovazione naturale, si descrivono i risultati di un paio di esperimenti condotti ad *hoc*.

A) Per la particella 470 di Vallombrosa (abetina pura impiantata nel 1921) la serie storica dei dati sperimentali comprende i rilievi del 1966, 1988 e 2004. Fra tutte le abetine in evoluzione verso il bosco misto, questa particella era stata scelta proprio perché il processo si era manifestato in modo particolarmente promettente (Magini 1967) ed era proseguito in maniera soddisfacente fino a una ventina di anni fa (Ignesti e Paci, 1989). Gli ultimi rilievi (Bianchi *et al.* 2005a) evidenziano invece un regresso vistoso del piano di successione, soprattutto a seguito delle lesioni procurate al novellame di latifoglie ed abete, imputabili in massima parte al daino e al cervo (fig.1): si tratta di sfregamenti alla base degli individui più grandi, oltre che di asportazione di branche e di parte del fusto della maggior parte delle piante del piano di rinnovazione.

B) L'influenza degli ungulati sulla velocità dei processi successionali è stata valutata anche attraverso l'analisi dei ritmi di accrescimento giovanile dell'abete bianco. In questo senso una serie di indagini è stata condotta in Casentino (AR), in condizioni di forte pressione della fauna selvatica (Bianchi *et al.* 2007). I risultati evidenziano che i danni al novellame (brucatura e/o sfregamento) riguardano oltre la metà degli individui del piano di rinnovazione: la conifera è la specie maggiormente colpita, soprattutto le piante di altezza inferiore a 3 m. Le indagini dendrocronologiche evidenziano una maggiore lentezza di accrescimento longitudinale per le piante alte meno di 1.5 m, rispetto ai valori registrati nella foresta di Vallombrosa in condizioni di ridotta pressione dei selvatici (Bianchi *et al.* 2006). Questo fenomeno è attribuibile al fatto che le piante di taglia inferiore, insediatesi in concomitanza dell'incremento demografico degli ungulati registrato con l'istituzione del Parco (all'inizio degli anni '90), avevano all'epoca un'altezza tale da essere facilmente danneggiate dal morso degli animali: ciò ne ha rallentato l'accrescimento. Del resto, confrontando la dinamica di insediamento del novellame di abete bianco con la curva che esprime l'esplosione della densità della popolazione di cervo (Fig. 2), è evidente la quasi totale mancanza di semenzali insediati dopo tale periodo.

L'impatto negativo dell'eccessiva densità di fauna ungulata sul piano di rinnovazione è emerso in modo inequivocabile durante le numerose escursioni eseguite nelle pinete litoranee di pino domestico. In particolare nei soprassuoli ricadenti all'interno di Parchi o Riserve Naturali, come ad esempio le pinete di San Rossore (PI) dove l'affermazione del novellame di pino domestico e di latifoglie (farnia, roverella, frassini, ecc.) è ostacolata, e spesso del tutto impedita, dall'azione dei cervidi (Fig. 3). Tutto ciò a favore della diffusione del leccio, che da un lato appare meno appetito e meglio tollerante il morso dei selvatici, dall'altro riesce a sfruttare l'azione protettiva (facilitazione) di alcune specie arbustive della macchia.

Vale infine la pena di segnalare le osservazioni compiute nella Riserva Naturale Integrale di Sasso Fratino (FC), all'interno di una frana in cui si sono studiati i meccanismi successionali (Montanari 2006). La frana, che si verificò nel 1993, è estesa su una superficie di 1,7 ha, nel cuore della faggeta-abetina della Riserva. I rilievi sulla vegetazione hanno messo in luce che circa la metà degli individui legnosi insediati, in particolare quelli di altezza inferiore a 3 m, manifesta danni da brucatura che in molti casi determina la morte degli individui o la permanenza di specie arboree, come ad esempio il carpino nero, in forma arbustiva. Per quanto riguarda il prelievo alimentare, la frana rappresenta un'attrattiva per la fauna ungulata (non solo in termini alimentari ma anche visivi, dal momento che i cervi sono attratti dai margini tra i soprassuoli forestali e gli spazi aperti) e probabilmente contribuisce ad alleggerire la pressione dei selvatici sulla restante parte della foresta.

3. DISCUSSIONE

Nel nostro Paese, gestire su base naturalistica i popolamenti forestali significa spesso fare i conti con la componente faunistica di tali ecosistemi: il problema dell'eccessivo carico di ungulati selvatici, che compromette il piano di rinnovazione di molti boschi, è spesso prioritario. La questione acquista particolare rilevanza nelle foreste montane e alto-montane, visti i lunghi periodi necessari all'affermazione della rinnovazione naturale (Motta 1999). Tuttavia, al contrario di quanto si pensa comunemente, non si tratta solo di un problema di densità della fauna selvatica, anche se in condizioni di forte squilibrio, come avviene nelle Foreste Casentinesi, la questione del carico appare determinante. In realtà i nostri boschi avrebbero bisogno di veri e propri piani di assestamento faunistico, che tengano in debito conto non solo il carico complessivo, ma anche le distribuzioni in classi cronologiche e le gerarchie di gruppo (Casanova e Sorbetti 2003). Nella pianificazione delle attività selvicolturali è necessario considerare che l'attrattiva di un *habitat* per la selvaggina non dipende solo dalla disponibilità di cibo, ma anche, e in notevole misura, da altri fattori ambientali quali ad esempio le condizioni del terreno e l'andamento climatico, gli effetti di margine, i fattori di competizione e di disturbo, l'effetto della copertura in termini di ricovero e/o nascondiglio, ecc.. Infatti, in più di un caso, le maggiori densità di selvaggina non si riscontrano nelle aree con maggiore disponibilità di cibo, ma in quelle più ricche di margini, che esprimono (almeno per i cervidi) una grande forza attrattiva. È il caso della part. 470 nella foresta di Vallombrosa, in cui l'affermazione del piano di rinnovazione a dominanza di latifoglie è gravemente ostacolata dagli ungulati selvatici. Tale interferenza è assai meno sensibile nelle aree situate nella parte interna della foresta, rispetto a quelle localizzate ai margini di questa: è il caso della particella studiata, situata in prossimità di un grande prato, fattore favorevole a un aumento del carico locale e dunque anche ai danni provocati al novellame di specie arborea nei boschi adiacenti (Reimoser e Gossow 1996, Casanova e Sorbetti 2003).

L'attuale tendenza selvicolturale nelle monoculture di conifere di origine artificiale - a maggior ragione nell'ambito di aree protette come riserve biogenetiche, parchi ecc. - è di favorire l'ingresso delle latifoglie, al fine di incrementare la

diversità strutturale e specifica dei soprassuoli (Zerbe 2002, Schütz 2002; Bianchi e Paci 2002 e 2008). Ai fini di un più efficace controllo della fauna selvatica, tale tendenza è più che mai urgente. Infatti, per quanto riguarda la disponibilità di cibo, il bosco misto a struttura irregolare accresce l'abbondanza di giovani alberi originati da rinnovazione naturale, diversifica l'offerta alimentare e, in condizioni di carico adeguato, riduce complessivamente la predisposizione al danno da brucatura e da sfregamento (Reimoser e Gossow 1996). In questo senso, si rifletta sul fatto che, fra le cause che negli ultimi decenni hanno scatenato il problema dei danni da ungulati selvatici in molte foreste europee, non si segnala solo l'assenza di grandi predatori, ma anche una selvicoltura che fino agli anni '70 ha puntato in gran parte su boschi monospecifici. Un aumento della disponibilità alimentare si registra anche in tutti i boschi sottoposti a cure colturali (tagli intercalari): una densità ridotta dei soprassuoli consente lo sviluppo di un piano erbaceo-arbustivo, fonte di nutrimento per la fauna ungulata.

Un commento a parte merita la sperimentazione condotta nelle foreste Casentinesi. La brusca interruzione del processo di rinnovazione dell'abete bianco a partire dalla seconda metà degli anni '80 appare molto condizionata all'attività degli ungulati. Il consumo degli apici vegetativi della conifera nelle Foreste Casentinesi rappresenta un grave problema: la specie, decisiva soprattutto per la dieta invernale del cervo, nel Parco è quella che più di altre soffre gli effetti della brucatura (Gualazzi 2004, Scopigno *et al.* 2004, Mencucci e D'Amico 2006), per quanto anche molte latifoglie subiscano gli effetti del morso. Questo fenomeno condiziona fra l'altro i processi di rinaturalizzazione dei boschi di conifere (Bianchi e Paci 2002, 2008, Mencucci e D'Amico 2006). La situazione presente nel Parco del Casentino in questo senso è critica ma non singolare, visto che il problema dei danni a carico del novellame di abete bianco è grave anche in altre aree italiane come all'estero (Senn e Suter 2002; Candullo *et al.* 2003, Berretti e Motta 2005, Heuze *et al.* 2005a e 2005b; Pépin *et al.* 2006).

La selettività dei danni di origine alimentare mette a repentaglio, nel lungo periodo, la possibilità di sopravvivenza delle specie più appetite: possono risultarne modifiche nella struttura e nel dinamismo evolutivo degli ecosistemi forestali (Ammer 1996, Sage *et al.* 2003; Berretti e Motta, 2005). Alla luce delle nostre indagini, la percentuale di piantine danneggiate, sia di abete sia di latifoglie, è elevata in tutte le aree di studio casentinesi (Bianchi *et al.* 2007). In relazione al fatto che le percentuali maggiori di danno si sono registrate per il novellame di altezza inferiore a 3 m, si consideri che, a parità di biomassa consumata, nelle piante di minori dimensioni la frazione di moduli che viene distrutta è superiore: ciò aumenta la probabilità che l'effetto della brucatura porti alla morte dell'individuo. Nelle Alpi svizzere il massimo danno su novellame di abete bianco ad opera del cervo si registra proprio su piante alte fra 120 e 200 cm (Senn e Suter 2002).

Per quanto riguarda le analisi dendrocronologiche (Bianchi *et al.* 2006, Bianchi *et al.* 2007), vista la lentezza di accrescimento giovanile registrata per i semenzali di abete bianco nelle diverse condizioni stazionali, e considerando che un'altezza di 2 m può rappresentare la soglia minima per garantire il novellame dai rischi della brucatura (ma forse occorre prevederne almeno 3 m), ne consegue che, a

tale fine, è necessario attendere oltre un ventennio dall'insediamento dei semenzali. Si aggiunga che i semenzali soggetti a brucatura degli apici vegetativi tendono a divenire policormici o in ogni caso mal conformati: ciò pregiudica anche la futura qualità del fusto delle piante. Per quanto riguarda l'influenza negativa del morso di ungulati selvatici sulla velocità di crescita del novellame, una conferma arriva anche da studi condotti su semenzali di pino silvestre in Spagna (Zamora *et al.* 2001).

In situazioni di emergenza, assecondare la rinnovazione con piantagioni protette (con recinzioni o protezioni individuali) può aiutare a ripristinare un processo *naturale*, impedito da una attività faunistica *innaturale* nella sua entità (Paci 2004). Resta il fatto che tale attività, oltre a essere costosa, non può essere mantenuta per lunghi periodi, per cui questo tipo di operazione può essere consigliato in particolari situazioni e su scala limitata. Un'alternativa da verificare potrebbe essere quella di sfruttare l'interazione "facilitativa" degli arbusti spinosi nei confronti dei semenzali delle specie arboree. Studi e sperimentazioni in tal senso hanno ad oggi fornito risultati contrastanti: in Spagna i semenzali di *Quercus pyrenaica* vengono facilitati dagli arbusti nella fase di insediamento ed affermazione (Castro *et al.* 2004, Castro *et al.* 2006), al contrario di quanto emerge da esperienze condotte in Svizzera sulla rinnovazione naturale di abete rosso (Kupferschmid e Bugmann 2004), secondo le quali il contributo da parte degli arbusti in termini di protezione dalla brucatura è nullo.

4. CONCLUSIONI E IPOTESI GESTIONALI

Il forte rallentamento del processo evolutivo registrato nelle abetine e nelle pinete casentinesi in fase di rinaturalizzazione deve far riflettere sulle prospettive della selvicoltura appenninica su basi naturalistiche. È evidente che tale approccio selvicolturale, pur rappresentando l'ideale per contenere i danni della selvaggina ungulata, non può essere svincolato dalla gestione faunistica del territorio.

Quello che emerge in tutta evidenza da questi anni di studio è che, a dispetto delle specificità delle situazioni esaminate, non è in ogni caso accettabile l'abbandono dei soprassuoli alla propria evoluzione, che spesso avviene con tempi e modalità indesiderabili (crolli più o meno estesi dei soprassuoli, fasi regressive ecc.). Tuttavia la gestione selvicolturale mirata ad incrementare la diversità dei sistemi forestali non può limitarsi a schemi semplificati di intervento: in tale senso, il controllo dell'azione della fauna ungulata gioca un ruolo decisivo.

D'altronde il problema non è solo selvicolturale, ma va affrontato su scala territoriale: attività agricole, caccia, turismo, apertura di strade, vicinanza di aree protette, scomparsa di spazi aperti con conseguente riduzione dell'offerta alimentare, sono tutti fattori che possono avere forte influenza sui danni da selvaggina di una zona boscata. Non si possono sottovalutare le migrazioni stagionali, come il fatto che se viene creata un'area protetta dalla caccia, gli ungulati tendono a concentrarsi proprio lì, con pesanti ripercussioni anche nei territori limitrofi (Casanova e Memoli 2007). Nel Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi, per esempio, molti animali sottoposti alla caccia fuori dell'area protetta sono indotti a rifugiarsi all'interno dei confini dove questa è vietata (Ducoli 2003).

In ultima analisi, la soluzione del problema, come ormai sostenuto da molti studiosi in Italia e all'estero (Mattioli 1996, Reimoser e Gossow 1996, Brugnoli 2006, Nicoloso

et al. 2008) è una gestione faunistica integrata, che a misure faunistico-venatorie affianchi misure di gestione forestale e ambientale.



Figura 1. Danni da selvaggina ungulata a carico di piante di acero montano nella particella 470 di Vallombrosa (foto Bianchi).

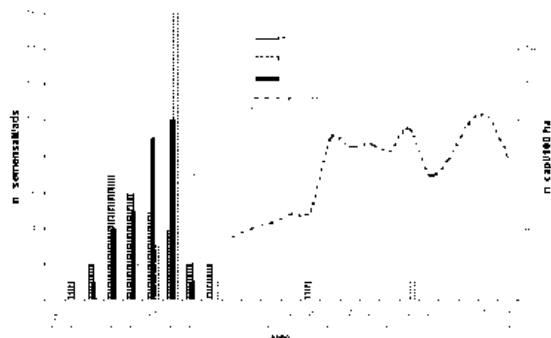


Figura 2. Insediamento del novellame di abete bianco (si sono tenute distinte le aree di studio) e dinamica della popolazione di cervo in Casentino. In ascissa sono indicati gli anni, in ordinata il numero semenzai campionati (a sinistra) e il numero di capi di cervo stimati per 100 ha (da Bianchi e Paci 2007, modificata).



Figura 3. Semenzali di pino domestico soggetti al morso di daino a San Rossore (PI): entrambe le plantule presentano fusti policormici, quella in primo piano è morta (foto Faraoni).

SUMMARY

WILD UNGULATES AND FOREST DYNAMICS IN TUSCAN STANDS

This paper is a synthesis of researches aimed to highlight the interactions between wildlife and natural regeneration. The researches concern Silver fir (*Abies alba*) and Black european pine (*Pinus nigra*) pure stands located in Tuscany.

The main guidelines of the studies are: 1) size of damages in relation to site characteristics; 2) influence of wild ungulate on the natural regeneration of broadleaves under the canopy of conifer pure stands; 3) influence of wild ungulate density on both settling and growth of silver fir saplings.

The results highlight the negative influence of high wildlife (mainly red deer) density on natural regeneration: a decrease was observed both for density and growth rate

of saplings. In addition, a simplification of specific composition in the regeneration layer was recorded.

As regards forest management, is outlined the necessity to face the wild ungulate problem, unavoidable for each sustainable silviculture model, nowadays. In addition, the problem must be faced from the landscape point of view.

RÉSUMÉ

FAUNE SAUVAGE ET DYNAMIQUE DE LA VEGETATION EN PEUPELEMENTS FORESTIERS DE LA TOSCANE

Cet article concerne les résultats d'observations expérimentales sur l'interaction entre la faune onglée e la régénération naturelle des peuplements forestiers. En particulier, on a analysé les recherches réalisées dans le forêts de sapin e de pin noir de la Toscane.

Les études ont regardé trois thématiques principales: 1)

gravità dei danni par rapport alle caratteristiche della stazione; 2) influenza sulla rigenerazione naturale sotto il copertura di popolamenti puri di conifere; 3) influenza sulla rigenerazione e sulla crescita giovanile del pino. I risultati mostrano l'influenza dannosa della alta densità di onglie selvatiche (soprattutto del cervo) sul piano di rigenerazione, in termini di a) riduzione della densità e della velocità di crescita, b) semplificazione della composizione specifica.

Per ciò che riguarda l'assetto, non importa quale silvicoltura, finalizzata a favorire le successioni secondarie nei popolamenti forestali, deve tenere conto del controllo della densità delle onglie selvatiche. Ciò presuppone una gestione integrata, capace di assemblare misure di caccia e misure di gestione forestale e ambientale, secondo un approccio al problema a scala di paesaggio.

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV., 2004 – *Standard per la buona gestione dei boschi Appenninici e Mediterranei (SAM)*. Coordinatore Marco Marchetti [on-line, URL: <http://www.aisf.it>].
- Ammer C., 1996 – *Impact of ungulates on structure and dynamics of natural regeneration of mixed mountain forests in Bavarian Alps*. *For. Ecol. and Manag.* 88: 43-53.
- Bernetti G., 1987 – *I Boschi della Toscana*. Edagricole, Bologna.
- Berretti R., Motta R., 2005 – *Ungulati selvatici e Foresta. I danni prodotti alla rinnovazione naturale del Parco*. Quaderni del Parco 5, Ente Parco Naturale Paneveggio-Pale di San Martino.
- Bianchi L., Paci M., 2002 – *Tipologia delle pinete di pino nero del Parco Nazionale Foreste Casentinesi, Monte Falterona e Campigna*. *Ann. Acc. It. Sc. For.*, LI: 73-120.
- Bianchi L., Calamini G., Maltoni A., Mariotti B., Paci M., Salbitano F., Tani A., Quilghini G., Zoccola A., 2005 – *Dinamiche evolutive di post-silvicoltura in abetine dell'Appennino centro-settentrionale*. *L'It. For. e Mont.* 4: 485-503.
- Bianchi L., Giovannini G., Paci M., 2005b – *Il pino domestico*. In *La silvicoltura delle pinete della Toscana*. ARSIA, Regione Toscana. pp. 63-109
- Bianchi L., Paci M., Tassinari F., 2005c – *Dinamiche strutturali nelle abetine delle Foreste Casentinesi*. *Sherwood* 114: 14-18.
- Bianchi L., Paci M., Bartolini D., 2006 – *Dinamiche evolutive di post-silvicoltura nella foresta di Vallombrosa*. In: *Atti V Congresso SISEF (Lingua E., Marzano R., Minotta G., Motta R., Nosenzo A., Bovio G. eds)*. *Forest@3* (1): 63-71. <http://www.sisef.it>.
- Bianchi L., Paci M., Tartaglia C., 2007 – *Rinnovazione naturale di abete bianco: caratteri del novellame e danni da fauna*. *Sherwood* 129: 7-12.
- Bianchi L., Paci M., 2008 – *Dinamica evolutiva e gestione delle abetine toscane: sintesi di quarant'anni di ricerche*. *Forest@* 5: 122-130. URL: <http://www.sisef.it/forest@/>.
- Brugnoli A., 2006 – *Impatto del cervo sulla rinnovazione forestale e gestione faunistica integrata*. *L'It. For. e Mont.* 1: 53-72.
- Candullo G., De Battisti R., Colpi C., Vazzola C., Da Ronch F., 2003 – *Ungulate damage and silviculture in the Cansiglio Forest (Veneto Prealps, NE Italy)*. *J. Nat. Conserv.* 10: 233-241.
- Casanova P., Memoli A., 2007 – *Il daino: un distruttore di foreste demaniali*. *L'It. For. e Mont.* (4): 283-293.
- Casanova P., Sorbetti F., 2003 – *La caccia in Toscana negli ultimi settanta anni*. Polistampa. Firenze.
- Castro J., Zamora R., Hódar J. A., Gómez J. M., Gómez-Aparicio L., 2004 – *Benefits of Using Shrubs as Nurse Plants for Reforestation in Mediterranean Mountains: A 4-Year Study*. *Restoration Ecology* 12 (3): 352-358.
- Castro J., Zamora R., Hódar J. A., 2006 – *Restoring Quercus pyrenaica forests using pioneer shrubs as nurse plants*. *Applied Vegetation Science* 9: 137-142.
- Ducoli V., 2003 – *Considerazioni conclusive*. Atti del seminario "Verso foreste più naturali", Ponte Buriano (Arezzo), supplemento n. 2 al n. 91 di *Sherwood*, pp. 30-31.
- D.R.E.A.M., 2003 – *Monitoraggio faunistico di base e studi di eco-etologia delle comunità ornitiche nel patrimonio agricolo-forestale della Regione Toscana, Complesso Foreste Casentinesi* (Elaborato finale, anno 2003). Rapporto D.R.E.A.M. Italia s.r.l., Arezzo.
- Gill R.M.A., 1992 – *A review of damage by mammals in North Temperate Forest: 1. Deer*. *Forestry*, 65: 145-169.
- Gualazzi S., 2004 – *Offerta alimentare e utilizzazione da parte degli ungulati selvatici*. *Sherwood* 102: 25-29.
- Heuze P., Schnitzler A., Klein F., 2005a – *Consequences of increased deer browsing winter on silver fir and spruce regeneration in the Southern Vosges mountains: implications for forest management*. *Ann. For. Sci.* 62: 175-181.
- Heuze P., Schnitzler A., Klein F., 2005b – *Is browsing the major factor of silver fir decline in the Vosges Mountains of France?* *For. Ecol. and Manag.* 217: 219-228.
- Ignesti S., Paci M., 1989 – *Studio sulla rinnovazione naturale dell'abete bianco nella foresta di Vallombrosa*. *Ann. Acc. It. Sci. For* XXXVIII: 541-584.
- Kupferschmid A.D., Bugmann H., 2004 – *Effect of microsites, logs and ungulate browsing on Picea abies regeneration in a mountain forest*. *For. Ecol. and Manag.* 205: 251-265.
- Magini E., 1967 – *Ricerche sui fattori della rinnovazione naturale dell'abete bianco sull'Appennino*. *L'It. For. e Mont.*, 22: 261-270.
- Mattioli S., 1996 – *Boschi più ospitali per gli ungulati*. *Sherwood* 8: 44-45.
- Mencucci M., D'Amico C., 2006 – *Effetti degli ungulati: il caso del Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi, Monte Falterona e Campigna*. *Sherwood* 120: 25-32.
- Montanari M., 2006 – *Osservazioni delle dinamiche vegetazionali in una frana nella Riserva Naturale Integrale di Sasso Fratino (FC)*. Tesi di Laurea. Università degli Studi di Firenze. Facoltà di Agraria. Corso di laurea in Scienze Forestali e Ambientali.
- Motta R., 1999 – *Wild ungulate browsing, natural regeneration and silviculture in the Italian Alps*. *Journ. of Sustain. For.* 8: 35-53.
- Nicoloso S., Bresciani A., Borchi S., Fantoni I., Chioccioli P., 2008 – *Impatto degli ungulati negli ecosistemi forestali*. *Alberi e Territorio* 2: 24-30.
- Oliver C.D., Larson B.C., 1996 – *Forest stand Dynamics*. John Wiley & Sons, Inc.

- Paci M., 2004 – *Problemi attuali della selvicoltura naturalistica*. Forest@ 1 (2): 59-69. [online] URL: <http://www.sisef.it/>.
- Pépin D., Renaud P. C., Boscardin Y., Goulard M., Mallet C., Anglard F., Ballon P., 2006 – *Relative impact of browsing by red deer on mixed coniferous and broad-leaved seedlings - An enclosure-based experiment*. For. Ecol. and Manag. 222: 302-313.
- Reimoser F., Gossow H., 1996 – *Impact of ungulates on forest vegetation and its dependence on the silvicultural system*. For. Ecol. and Manag. 88: 107-119.
- Sage R.W. Jr., Porter W.F., Underwood H.B., 2003 – *Windows of opportunity: white-tailed deer and the dynamics of northern hardwood forests of the northeastern US*. J. Nat. Cons. 10: 213-220.
- Scopigno D., Hermanin L., Gonnelli V., Zoccola A., Quilghini G., 2004 – *Valutazione dell'impatto degli ungulati in ecosistemi forestali delle Riserve Naturali Biogenetiche Casentinesi*. Atti del 99° Congresso della Società Botanica Italiana, Torino 23-26 settembre, pag. 178.
- Senn J., Suter W., 2002 – *Ungulate browsing on silver fir (Abies alba) in the Swiss Alps: beliefs in search of supporting data*. For. Ecol. and Manag. 181: 151-164.
- Schütz J. C., 2002 – *Silvicultural tools to develop irregular and diverse forest structures*. Forestry, 4: 329-337.
- Wohlgemuth T., Bürgi M., Scheidegger C., Schütz M., 2002 – *Dominance reduction of species through disturbance - a proposed management principle for central European forests*. For. Ecol. and Man. 166: 1-15.
- Zamora R., Gomez J. M., Hodar J. A., Castro J., Garcia D., 2001 – *Effect of browsing by ungulates on sapling growth of Scots pine in a Mediterranean environment: consequences for forest regeneration*. Forest Ecology and Management 144: 33-42.
- Zerbe S., 2002 – *Restoration of broad-leaved woodland in Central Europe on sites with coniferous forest plantations*. For. Ecol. and Manag. 167: 27-42.

LA VEGETAZIONE FORESTALE DEI MONTI IBLEI (SICILIA SUD-ORIENTALE): I QUERCETI

(*) Dipartimento di Botanica, Università di Catania

(**) Dipartimento S.T.A.F.A., Università Mediterranea di Reggio Calabria

(***) Istituto di Genetica Vegetale, CNR, Bari

Gli autori presentano un'analisi della vegetazione forestale dei Monti Iblei, effettuata con la metodologia fitosociologica. Lo studio è stato rivolto ai boschi di querce rientranti nella classe *Quercetea ilicis* ed ha permesso di evidenziare una articolata e diversificata vegetazione forestale caratterizzata da querceti sempreverdi (*Pistacio-Quercetum ilicis*, *Doronico-Quercetum ilicis*, *Roso sempervirentis-Quercetum ilicis*, *Stipo bromoidis-Quercetum suberis*, *Carici serrulatae-Quercetum suberis*) e da querceti caducifogli termofili (*Oleo-Quercetum virgiliana*, *Mespilo-Quercetum virgiliana*, *Lauro-Quercetum virgiliana*). Le conoscenze acquisite consentono di supportare una pianificazione forestale e, più in generale, territoriale che tiene conto delle potenzialità vegetazionali.

Parole chiave: vegetazione forestale, Sicilia, Iblei, querceti, fitosociologia.

Key words: forest vegetation, Sicily, Iblei, oak trees, phytosociology.

Mots clés: végétation de la forêt, Sicile, Iblei, chênes, phytosociologie.

1. INTRODUZIONE

L'utilizzo della metodologia fitosociologica nello studio e nella definizione delle comunità forestali consente di definire le tipologie di vegetazione sulla base delle loro caratteristiche floristico-strutturali ed ecologico-dinamiche. Le conoscenze fitosociologiche sulla vegetazione forestale rappresentano il necessario supporto per una selvicoltura che tiene conto delle caratteristiche floristiche ed ecologiche del bosco, consapevole delle potenzialità e della dinamica della vegetazione. In questo studio viene affrontata l'analisi fitosociologica dei querceti presenti nel territorio ibleo, al fine di organizzare un sistema di classificazione di riferimento per gli interventi selvicolturali sul territorio.

2. IL TERRITORIO

Gli Iblei occupano la parte sud-orientale della Sicilia (Fig. 1) e costituiscono un sistema collinare-montuoso che raggiunge la quota più elevata con M. Lauro (986 m s.l.m.). Questo territorio è ben distinto dagli altri rilievi dell'isola in quanto, sotto il profilo tettonico, fa parte della placca africana (Grasso, 1999). Esso è delimitato a nord dalla Piana di Catania ad est dalla Piana di Gela e dai Monti Erei.

Sotto il profilo geomorfologico si presenta come un grande tavolato di natura prettamente calcarea con ricoprimenti, soprattutto nella parte settentrionale, di vulcaniti sottomarine. Il plateau ibleo è solcato radialmente rispetto a M. Lauro, da profonde incisioni tettonico-fluviali, localmente chiamate "cave", dove decorrono piccoli corsi d'acqua a regime per lo più permanente. Le caratteristiche bioclimatiche del territorio ibleo sono state oggetto di uno specifico studio svolto da Scelsi e Spampinato (1998) che, in base alla classificazione bioclimati-

ca di Rivas Martinez *et al.* (1999), attribuiscono il bioclima di questo territorio al tipo mediterraneo pluviostagionale oceanico, articolandolo con le fasce termometriche: termomediterranea, mesomediterranea e supramediterranea. In una più recente classificazione, Blasi e Michetti (2007) individuano per questo territorio tre tipologie bioclimatiche: mediterraneo oceanico, mediterraneo oceanico-semicontinentale e temperato di transizione oceanico-semicontinentale.

3. MATERIALI E METODI

Lo studio ha interessato i boschi di querce rientranti nella classe *Quercetea ilicis* fisionomicamente caratterizzati da *Quercus ilex*, *Q. suber*, *Q. virgiliana* e *Q. amplifolia*. L'analisi della vegetazione forestale degli Iblei è stata realizzata attraverso una ricognizione dei dati disponibili in letteratura. Il confronto analitico dei rilievi fitosociologici pubblicati e le successive verifiche sul territorio hanno permesso di elaborare la Tab. 1. La nomenclatura dei sintaxa fitosociologici segue il Codice Internazionale di Nomenclatura Fitosociologica (Weber *et al.*, 2000).

L'inquadramento fitosociologico dei sintaxa riscontrati è in accordo con Rivas Martinez *et al.* (2001) e Brullo *et al.* (2002). La nomenclatura delle specie è in accordo con Conti *et al.* (2005) e con Brullo *et al.* (1999a) per il genere *Quercus*. Per il comprensorio ibleo, sebbene manchi uno studio complessivo della vegetazione, sono disponibili vari lavori dai quali è possibile ricavare un quadro abbastanza completo delle cenosi forestali. Una sintesi delle passate conoscenze è stata svolta da Brullo *et al.* (1998).

Successivamente si sono occupati della vegetazione forestale Cirino *et al.* (1998), Turrisi *et al.* (2001), Brullo *et al.* (1999b, 2001), Tomaselli (2004), Tomaselli *et al.* (2005), Minissale *et al.* (2007), Zimmitti *et al.* (2007).

4. RISULTATI

4.1 Boschi di leccio

(Habitat EUNIS: G2.121A Southern Italian Holm-oak forests; Habitat CORINE: 45.31A Southern Italian Holm-oak forests; Habitat Dir. CEE 43/92: 9340 *Q. ilex* and *Q. rotundifolia* forests). I boschi di leccio costituiscono la formazione forestale attualmente più diffusa nel territorio ibleo. Nel recente passato questi boschi sono stati utilizzati soprattutto come ceduo semplice con turni molto ravvicinati e ciò ha comportato una notevole semplificazione della struttura. In relazione alle caratteristiche floristiche ed ecologiche è possibile distinguere tre tipologie di leccete.

4.1.1 Leccete con lentisco (*Pistacio-Quercetum ilicis*)

Boschi a dominanza di leccio con presenza nello strato arbustivo di specie termofile quali *Pistacia lentiscus*, *Clematis cirrhosa*, *Prasium majus*, *Olea europaea* subsp. *oleaster*, *Ceratonia siliqua*, *Anagyris foetida*, *Teucrium flavum*, ecc. Si tratta di leccete calcicole e termofile che si insediano su suoli in genere poco evoluti con affioramenti del substrato calcareo nella fascia bioclimatica termomediterranea subumida. Queste leccete, presenti anche in altre aree della Sicilia, nel territorio ibleo occupano piccole superfici residuali localizzate nella fascia collinare sui versanti più freschi di alcune cave iblee. Esse rappresentano delle formazioni edafoclimatofile, spesso degradate dagli incendi, ed assumono la fisionomia di una macchia alta con analoga composizione floristica.

4.1.2 Leccete con doronico orientale (*Doronico-Quercetum ilicis*)

Boschi di leccio caratterizzati dalla presenza di specie nemorali mesofile nello strato erbaceo tra cui *Doronicum orientale*, *Festuca exaltata*, *Hedera helix*, *Geranium robertianum*, ecc. Si tratta di leccete mesofile e calcicole che si sviluppano su suoli bruni carbonatici, presenti soprattutto sui fondovalle e sui versanti più freschi della fascia collinare e submontana a bioclimate mesomediterraneo. Questa associazione è nota solo per il territorio ibleo, dove costituisce una formazione climatofila attualmente alloggiata in poche aree relittuali (Barbagallo *et al.*, 1979; Minissale *et al.*, 2007).

4.1.3 Leccete con carpino nero (*Roso sempervirentis-Quercetum ilicis*)

Boschi misti di leccio e di altre specie mesofile decidue quali *Ostrya carpinifolia* e *Fraxinus ornus*. Si tratta di boschi mesofili, calcicoli, localizzati sui versanti settentrionali delle cave iblee limitatamente alla fascia collinare-submontana a bioclimate mesomediterraneo umido. Le leccete con carpino nero, nel passato, erano riferite all'*Ostryo-Quercetum ilicis*, associazione balcanica la cui presenza è stata esclusa per l'Italia da Biondi *et al.* (2003). Questi autori inquadrano le leccete con carpino nero dell'Italia nella specifica associazione del *Roso sempervirentis-Quercetum ilicis*. Si tratta di una formazione edafoclimatofila nota in Sicilia per gli Iblei orientali, dove sostituisce le leccete del *Doronico-Quercetum ilicis* limitatamente alle stazioni molto acclivi, ombreggiate e caratterizzate da condizioni di maggiore umidità edafica.

4.2 Boschi di quercia virgiliana

(Habitat EUNIS: G1.732 Italo-Sicilian [*Quercus pubescens*] woods; Habitat CORINE: 41.732 Italo-Sicilian [*Quercus pubescens*] woods; Habitat Dir. CEE 43/92: 91AA* Eastern white oak woods). I querceti a dominanza di *Quercus virgiliana*, specie decidue, termo-xerofila spesso confusa con *Q. pubescens* s.l. (Brullo *et al.*, 1999a), sono ampiamente distribuiti in tutta la Sicilia. Nel territorio ibleo in passato erano probabilmente la formazione forestale più diffusa e occupavano gran parte dell'altopiano e delle stazioni pianeggianti; attualmente si rinvengono su limitate superfici, soprattutto all'interno di demani pubblici. Frequentemente residui di questi querceti formano filari tra i coltivi. In relazione alle caratteristiche floristiche ed ecologiche è possibile distinguere tre tipologie di querceti a *Quercus virgiliana*.

4.2.1 Boschi di quercia virgiliana con lentisco (*Oleo-Quercetum virgilinae*)

Querceti a dominanza di *Quercus virgiliana* alla quale si associano con ruolo subordinato *Quercus amplifolia* e *Q. ilex*. Lo strato arbustivo è caratterizzato da specie sclerofile indicatrici di una certa xericità ambientale, quali *Olea europaea* subsp. *oleaster*, *Pistacia lentiscus*, *Prasium majus*, *Rhamnus alaternus*. Si tratta di una formazione forestale termofila legata a suoli bruni forestali di varia origine a reazione neutra o neutro-basica. I boschi a quercia virgiliana con lentisco costituiscono una formazione climacica legata ad un bioclimate termomediterraneo subumido, in passato ampiamente diffusa nella fascia collinare degli Iblei, ma anche della Sicilia e dell'Italia meridionale (Brullo e Marcenò, 1985; Minissale *et al.*, 2007).

4.2.2 Boschi di quercia virgiliana con nespolo germanico (*Mespilo-Quercetum virgilinae*)

Boschi a dominanza di *Quercus virgiliana* cui si associano con ruolo subordinato *Quercus ilex*, *Quercus amplifolia* e *Fraxinus ornus*. Nello strato arbustivo ed in quello erbaceo si affermano alcune specie mesofile quali *Mespilus germanica*, *Cytisus villosus*, *Poa sylvicola* e *Clinopodium vulgare* subsp. *arundanum*. Si tratta di formazioni forestali più mesofile delle precedenti legate a substrati di natura vulcanica e a suoli subacidi, localizzate nella fascia mesomediterranea subumida o umida. Questa cenosi forestale è esclusiva delle vulcaniti iblee dove si rinvengono nella fascia submontana tra i 600 e gli 800 m di quota sostituendo i querceti termofili dell'*Oleo-Quercetum virgilinae* (Brullo e Marcenò 1985, Minissale *et al.* 2007).

4.2.3 Boschi di quercia virgiliana con alloro (*Lauro-Quercetum virgilinae*)

Boschi di *Quercus virgiliana* cui si associano sporadicamente *Quercus ilex* e *Fraxinus ornus* caratterizzati da un denso strato alto-arbustivo di *Laurus nobilis*. Ben rappresentate sono anche varie specie nemorali mesofile, come *Hedera helix*, *Lamium flexuosum*, *Brachypodium sylvaticum*, ecc. Si tratta di formazioni forestali mesofile, silicicole, relittuali, localizzate nelle zone sommitali degli Iblei tra i 700 e 900 m, su vulcaniti in condizioni bioclimatiche particolarmente mesiche di tipo supramediterraneo. Il *Lauro-Quercetum virgilinae* sostituisce il *Mespilo-Quercetum virgilinae* sui versanti esposti a settentrione in condizioni climatiche nettamente più fresche e umide (Brullo *et al.* 2001).

4.3 Boschi di sughera

(Habitat EUNIS: G2.1115: Southern Italian cork-oak forests; Habitat CORINE: 45.215 Southern Italian Cork-oak forests; Habitat Dir. CEE 43/92: 9330 *Q. suber* forests). I boschi di sughera nel territorio ibleo sono nel complesso molto localizzati, anche se nel passato questa quercia è stata impiantata e diffusa artificialmente per la produzione del sughero, attività ormai cessata da diversi decenni. L'analisi floristica ed ecologica delle sugherete ha consentito di distinguere due tipologie.

4.3.1 Boschi di sughera con stipa bromoide (*Stipa bromoidis-Quercetum suberis*)

Boschi a dominanza di *Quercus suber* cui si associano diverse specie termo-xerofile, quali *Chamaerops humilis*, *Pistacia lentiscus*, *Phillyrea angustifolia*, *Olea europea* subsp. *oleaster*, ecc. Differenziano questa formazione forestale alcune specie nemorali termofile, quali *Acnatherum bromoides* (syn.: *Stipa bromoides*) e *Pulicaria odora*. Le sugherete con stipa bromoide sono esclusive degli Iblei sud-occidentali dove si localizzano su substrati arenaceo-sabbiosi all'interno della fascia termo-mediterranea subumida. Si tratta di una formazione edafoxerofila attualmente molto degradata dall'azione antropica, spesso diradata e sostituita da garighe o da vegetazione erbacea annuale (Barbagallo, 1983).

4.3.2 Boschi di sughera con carice glauca (*Carici serrulatae-Quercetum suberis*)

Boschi di sughera cui si associano sporadicamente *Quercus ilex* e *Fraxinus ornus*. Caratterizzano lo strato arbustivo *Cytisus villosus* e *Calicotome infesta* e quello erbaceo *Carex flacca* ssp. *serrulata*, specie caratteristica dell'associazione. Questa tipologia di sugherete si localizza su suoli andici originatisi su vulcaniti. L'associazione è esclusiva degli Iblei settentrionali (Cirino *et al.* 1998) dove costituisce una formazione climatofila all'interno della fascia mesomediterranea subumida. Questa formazione forestale attualmente si presenta molto degradata e frequentemente sostituita da formazioni di macchia secondaria o da pascoli alberati con sughere sparse.

5. CONCLUSIONI

Il territorio ibleo possiede, nonostante la millenaria presenza dell'uomo che ha profondamente modificato il paesaggio, ambienti di grande rilevanza paesaggistica e naturalistica caratterizzati da una notevole diversità ecologica a cui fa riscontro un' articolata vegetazione forestale. L'originaria copertura forestale, costituita da estesi boschi di querce sempreverdi e caducifoglie, attualmente occupa superfici ridotte, soprattutto in conseguenza dell'uso agricolo e pastorale del territorio. La vegetazione forestale dell'altopiano ibleo è potenzialmente caratterizzata da querceti caducifogli a dominanza di *Quercus virgiliana*. In particolare l'*Oleo-Quercetum virgiliana*, occupa potenzialmente, la fascia collinare fino a circa 600-700 m s.l.m., insediandosi su substrati di natura prevalentemente calcarea. A quote più elevate, su substrati vulcanitici, questa associazione è sostituita dal *Mespilo-Quercetum virgiliana*. Nelle zone sommitali prossime a M. Lauro si rinviene, inoltre, il *Lauro-Quercetum virgiliana*, vegetazione relictuale localizzata nelle aree più fresche ed umide. Sui versanti delle "cave" e sulla parte orientale dell'altopiano, si sviluppano formazioni forestali a *Quercus ilex*, con il *Pistacio-Quercetum ilicis*, più termofilo ed il *Doronico-Quercetum ilicis*, più mesofilo. Mentre il *Roso sempervirentis-Quercetum ilicis*, si localizza negli ambienti di forra più freschi esposti a nord. Limitate sono le superfici occupate dalle sughere rappresentate dal *Stipa bromoidis-Quercetum suberis* sui substrati sabbioso-calcarenitici del versante sud-occidentale e dal *Carici-Quercetum suberis* sui substrati vulcanitici del versante settentrionale.

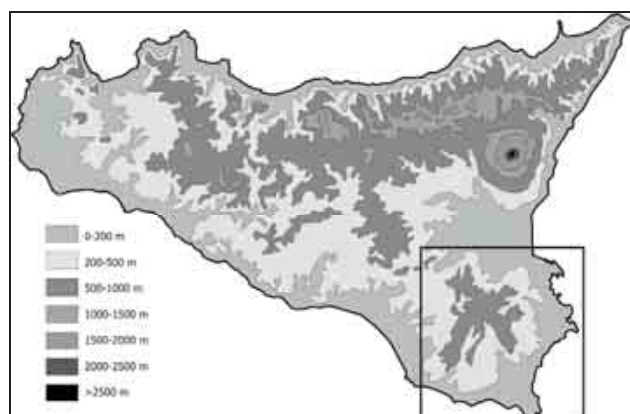


Figura 1. Localizzazione dell'area di studio.

Schema sintassonomico dei querceti iblei

QUERCETEA ILICIS Br.-Bl. ex A. & O. Bolòs 1947
QUERCETALIA ILICIS Br.-Bl. ex Molinier 1934 em. Rivas-Martínez 1975
QUERCION ILICIS Br.-Bl. ex Molinier 1934 em. Brullo, Di Martino & Marcenò 1977
Pistacio-Quercetum ilicis Brullo & Marcenò 1985
Doronico-Quercetum ilicis Barbagallo, Brullo & Fagotto 1979
Roso sempervirentis-Quercetum ilicis Biondi, Casavecchia & Gigante 2003
Oleo-Quercetum virgiliana Brullo 1984
Lauro-Quercetum virgiliana Brullo, Costanzo & Tomaselli 2001
ERICO-QUERCION ILICIS Brullo, Di Martino & Marcenò 1977
Stipa bromoidis-Quercetum suberis Barbagallo 1983
Mespilo-Quercetum virgiliana Brullo & Marcenò 1985
Carici serrulatae-Quercetum suberis Cirino, Ferrauto & Longhitano 1998

Numero associazione	1a	1b	1c	1d	1e	1f	2a	2b	2c	3a	3b	4a	4b	4c	4d	5	6a	6b	7	8	
Numero di rilievi.	10	3	5	3	2	5	6	12	4	12	3	4	4	4	18	16	3	13	24	6	
Diff. Associazione																					
<i>Pistacia lentiscus</i>	90	100	100	100	100	100	50	50	50	25	33	50	75	75	83			23	46		
<i>Prasium majus</i>	10	100	20	33	50	60	33								56						
<i>Ceratonia siliqua</i>	40	67	100	67	100	80				17				50		33			8		
<i>Doronicum orientale</i>							83	75	75								56				
<i>Scutellaria rubicunda</i>								67	75												
<i>Aristolochia lutea</i>								58													
<i>Ostrya carpinifolia</i>										100	100										
<i>Bupleurum fruticosum</i>							33			75	67		50								
<i>Olea europaea ssp. oleaster</i>	10	67	60									75	100	75	100					25	
<i>Asparagus albus</i>												25		22						50	
<i>Laurus nobilis</i>																	100				
<i>Mespilus germanica</i>																19	100	100			
<i>Teucrium siculum</i>																		100	92		
<i>Poa sylvicola</i>																		100	92		
<i>Stipa bromoides</i>													75							100	
<i>Carex flacca ssp. serrulata</i>																				100	
Car. Erico-Quercion ilicis																					
<i>Cytisus villosus</i>																	100	61	13	50	
<i>Clinopodium vulgare</i>	10													75		13		100	85	30	
<i>Pulicaria odora</i>																6		33	53	50	
<i>Arbutus unedo</i>																				8	
<i>Teline monspessulana</i>																				8	
Car. Quercion ilicis e Quercetalia ilicis																					
<i>Quercus ilex</i>	100	100	80	100	100	100	100	100	100	100	100	100	75	100		56	19		77	25	30
<i>Rosa sempervirens</i>	50	33		33	50	80	83	100	75	83	33		50	25	72	69	100	85	46		
<i>Euphorbia characias</i>	40	67				60		83	25	42	33	25			72				53	67	50
<i>Ruscus aculeatus</i>	50	67		100	50	80	100	75	100	75	100	100			39	94	67	85	50	17	
<i>Tamus communis</i>	50	67		100	100	100	100	100	100	75	100	100	25	50		56		38	29	30	
<i>Cyclamen repandum</i>	40			33	50		83	100	75	50	100				39	81			31	21	30
<i>Quercus virgiliana</i>	10			33			83			17		100	100	100	100	100	100				
<i>Fraxinus ornus</i>	50	33		100	100	100	100			92	100	100			25				23		50
<i>Melica arrecta</i>	10	67		100	100	80			50	25								67	38	25	50
<i>Quercus amplifolia</i>	20			33			17		100	33			100	100	89	81	100	100			
<i>Cyclamen hederifolium</i>			100			33		80		33	100	25		50		100		100	100	100	
<i>Aristolochia altissima</i>	60					80	100			75	67	50	100								
<i>Coronilla emerus</i>	30					80				83	67				100						
<i>Quercus suber</i>																				100	100
<i>Aristolochia clusii</i>									75					50							
<i>Artemisia arborescens</i>														25							
Car. Quercetalia ilicis																					
<i>Asparagus acutifolius</i>	10	100	80	100	100	100	67	75	100	83	100	100	100	100	83	69	100	100	96	83	
<i>Rubia peregrina</i>	80	100	20	100	100	60	100	75	100	100	100	100	100	75	100	88	100	100	100	83	
<i>Smilax aspera</i>	10	100		100	100	100	75	100	100	100	100	100	75	78			100	77	50		
<i>Osyris alba</i>	30			100	100	100		50	75	42	67	75	50	50	89	19	100	77	29		
<i>Phillyrea latifolia</i>	70		20	33	100	100	100	8	75	33	33	50		25	11					50	
<i>Rhamnus alaternus</i>	90	100	20	33	100	100	100	58	75	50	67		100		44			67	53		
<i>Carex distachya</i>	20	100						75	75	17	67					94	69	100	77	100	
<i>Pistacia terebinthus</i>	40	100		33	50			67	100	25	100	75			28						
<i>Teucrium flavum</i>	80	33				20	17	50	50	58	33		50							13	
<i>Calicotome infesta</i>	30		20	33								75	25		61			67	61	58	83
<i>Asplenium onopteris</i>					50	80	100	67	75	42	67								67	77	
<i>Clematis cirrhosa</i>	70	100					100			25					28	56		15			
<i>Arisarum vulgare</i>	10				50	80		33	50		100				83					29	
<i>Lonicera implexa</i>								16		17		50		100	50	6		30	42		
<i>Viola alba ssp. dehnhardtii</i>							50	33	75		67					50	67	69			
<i>Teucrium fruticans</i>			100											50	61					38	50
<i>Lonicera etrusca</i>							8								6	6	100	77			
<i>Pyrus amygdaliformis</i>	20	33											100		56					30	
<i>Euphorbia dendroides</i>		67			50										50						
<i>Chamaerops humilis</i>		33													39					67	
<i>Daphne gnidium</i>						16					75									92	
<i>Myrtus communis</i>					50	40														4	
<i>Phillyrea angustifolia</i>									58						28					33	
<i>Pimpinella peregrina</i>								58									67	31			
<i>Carex hallerana</i>		33							33												
<i>Anagyris foetida</i>															17						
<i>Festuca exaltata</i>							83														
<i>Luzula forsteri</i>																					38
<i>Quercus calliprinos</i>																					13

Origine delle tabelle

1 - *Pistacio-Quercetum ilicis*: 1a - Minissale et al., 2007; 1b - Brullo et al., 1990; 1c - Turrise et al., 2001; 1d - Fichera et al., 1988a; 1e - Fichera et al., 1988b; 1f - Zimmiti et al., 2007; 2 - *Doronicum-Quercetum ilicis*: 2a - Minissale et al., 2007; 2b - Barbagallo et al. 1979; 2c - Zimmiti et al., 2007; 3 - *Rosa sempervirens-Quercetum ilicis*: 3a - Minissale et al., 2007; 3b - Zimmiti et al., 2007; 4 - *Oleo-Quercetum virgiliana*: 4a - Cirino et al. 1998; 4b - Minissale et al., 2007; 4c - Tomaselli et al. 2005; 4d - Brullo & Marcenò, 1984; 5 - *Lauro-Quercetum virgiliana*: Brullo et al. 2001; 6 - *Mespilo-Quercetum virgiliana*: 6a - Fichera et al., 1988b; 6b - Brullo & Marcenò, 1984; 7 - *Stipo bromoidis-Quercetum suberis*: Barbagallo, 1983; 8 - *Carico-Quercetum suberis*: Cirino et al. 1998.

Tabella 1. Boschi di querce del territorio ibleo.

SUMMARY

The authors present an analysis of the forest vegetation types of the Iblei Mountain area, carried out with phytosociological method. The study was focused on the oak tree forests belonging to the *Quercetea ilicis* class, highlighting the complex structure and the diversification of the following forest vegetation types: evergreen oak woods (*Pistacio-Quercetum ilicis*, *Doronico-Quercetum ilicis*, *Roso sempervirentis-Quercetum ilicis*, *Stipo bromoidis-Quercetum suberis*, *Carici serrulatae-Quercetum suberis*) and deciduous thermophile oak woods (*Oleo-Quercetum virgiliana*, *Mespilo-Quercetum virgiliana*, *Lauro-Quercetum virgiliana*). The information and the knowledge gained from this study lead to the support forestry plans and, more generally, territorial plans that take into account plant and vegetation potentiality.

RÉSUMÉ

Les auteurs présentent une analyse de la végétation des monts Iblei, effectuée à l'aide de la méthode phytosociologique. Cette étude a été réalisée sur une forêt de chênes de la catégorie des *Quercetea ilicis* et a permis de mettre en évidence la complexité et la diversité de la végétation de cette forêt caractérisée par des chênes toujours verts (*Pistacio-Quercetum ilicis*, *Doronico-Quercetum ilicis*, *Roso sempervirentis-Quercetum ilicis*, *Stipo bromoidis-Quercetum suberis*, *Carici serrulatae-Quercetum suberis*) et par une perte des feuilles thermophil (*Oleo-Quercetum virgiliana*, *Mespilo-Quercetum virgiliana*, *Lauro-Quercetum virgiliana*). Les connaissances acquises grâce à cette étude ont permis d'édifier une classification de la forêt et, plus généralement du territoire qui tient compte des potentialités de ces arbres.

BIBLIOGRAFIA

- Barbagallo C., 1983 – *Vegetazione di alcuni boschi di Sughera (Quercus suber L.) della Sicilia meridionale-orientale*. Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat. Catania, 16: 289-296.
- Barbagallo C., Brullo S., Fagotto F., 1979 – *Boschi di Quercus ilex L. del territorio di Siracusa e principali aspetti di degradazione*. Pubbl. Ist. Bot. Univ. Catania, pp. 21.
- Blasi C., Michetti L., 2007 – *Biodiversity and Climate*. In Blasi *et al.* (eds), *Biodiversity in Italy*: 57-66. Palombi Editori. Roma.
- Biondi E., Casavecchia S., Gigante D., 2003 – *Contribution to the syntaxonomic knowledge of Quercus ilex L. woods of the Central European Mediterranean Basin*. Fitosociologia 40(1): 129-156.
- Brullo S., Costanzo E., Tomaselli V., 2001 – *Étude phytosociologique sur les peuplements à Laurus nobilis dans les Monts Iblei (Sicile sud-orientale)*. Phytocoenologia 31(2): 249-270.
- Brullo S., Furnari F., Scelsi F., 1990 – *Considerazioni fitosociologiche sulla vegetazione di Cava d'Ispica (Sicilia meridionale)*. Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat. Catania, 26 (341): 49-83.
- Brullo S., Guarino R., Siracusa G., 1999a – *Revisione tassonomica delle querce caducifoglie della Sicilia*. Webbia, 54 (1): 1-72.
- Brullo S., Scelsi F., Siracusa G., Spampinato G., 1999b – *Considerazioni sintassonomiche e corologiche sui querceti caducifogli della Sicilia e della Calabria*. Monti e Boschi 1: 16-29.
- Brullo S., Marcenò C., 1985 – *Contributo alla conoscenza della classe Quercetea ilicis in Sicilia*. Not. Fitosoc. 19 (1): 183-229.
- Brullo S., Minissale P., Siracusa G., 1998 – *Quadro sintassonomico della vegetazione iblea*. Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat. 29 (352): 113-150.
- Brullo S., Minissale P., Spampinato G., Giusso del Galdo G., Siracusa G., 2002 – *Considerazioni sintassonomiche e fitogeografiche sulla vegetazione della Sicilia*. Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat., 361 (35): 325-359.
- Cirino E., Ferrauto G., Longhitano N., 1998 – *Contributo alla conoscenza della vegetazione dell'area "Cava Risicone-Bosco Pisano" (Monti Iblei- Sicilia)*. Fitosociologia 35: 33-50.
- Conti F., Abbate G., Alessandrini A., Blasi C., 2005 – *An annotated checklist of the Italian vascular flora*. Palombi. Roma. 420 pp.
- Fichera G., Furnari F., Scelsi F., 1988a – *Contributo alla conoscenza della vegetazione dei Monti Climiti (Siracusa)*. Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat. Catania 21: 319-350.
- Fichera G., Furnari F., Scelsi F., 1988b – *Contributo alla conoscenza della vegetazione forestale del bosco di Ferla (Siracusa)*. Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat. Catania, 21 (334): 351-365.
- Grasso M., 1999 – *Lineamenti stratigrafici e strutturali della regione iblea (Sicilia sud-orientale)*. Boll. Accad. Gioenia Sci. Nat. 29 (352): 13-22.
- Minissale P., Sciandrello S., Spampinato G., 2007 – *Analisi della biodiversità vegetale e relativa cartografia della Riserva Naturale Orientata "Pantalica, Valle dell'Anapo e Torrente Cava Grande" (Sicilia sud-orientale)*. Quad. Bot. Ambientale Appl. 18: 145-207.
- Rivas-Martinez S., Sanchez-Mata D., Costa M., 1999 – *North American boreal and western temperate forest vegetation*. Itinera Geobotanica, 12: 3-316.
- Rivas-Martínez S., Fernandez-Gonzalez F., Loidi J., Lousa M., Penas A., 2001 – *Syntaxonomical checklist of vascular plant communities of Spain and Portugal to association level*. Itinera Geobot. 14: 5-341.
- Scelsi F., Spampinato G., 1998 – *Caratteristiche bioclimatiche dei Monti Iblei*. Boll. Accad. Gioenia Sci. Nat. 29 (352): 19-26.
- Tomaselli V., 2004 – *Contributo alla conoscenza della vegetazione ripariale della Sicilia sud-orientale*. Arch. Geobot., 7 (2): 11-24.
- Tomaselli V., Furnari F., Costanzo E., Silluzio G., 2005 – *Contributo alla conoscenza della vegetazione del bacino del fiume Dirillo (Sicilia meridionale-orientale)*. Quad. Bot. Amb. Appl., 15: 99-118.
- Turrise R., Galletti E., Ilardi V., 2001 – *Contributo alla conoscenza di Cava Randello*. Quad. Bot. Ambientale Appl. 12: 117-130.
- Weber H.E., Moravec J., Theurillat J.P., 2000 –

International code of phytosociological nomenclature.
3rd edition. J. Veg. Sci. 11: 739-768.
Zimmitti A., Ronsisvalle F., Ronsisvalle G., 2007 – *Aree*
d'interesse naturalistico per la rete ecologica dei M.ti

Iblei (Sicilia sud-orientale): il territorio dei Monti
Climiti (Siracusa). Quad. Bot. Amb. Appl., 18: 319-
342.

UN INDICATORE DELLO STATO DELLA BIODIVERSITÀ DELLE FORESTE EUROPEE

(*) Servizio CONECOFOR, Corpo Forestale dello Stato, Roma

L'Agenzia Europea per l'Ambiente ha appena pubblicato il Rapporto "Development and harmonization of a Forest Status Indicator (FSI), interamente realizzato dal Corpo Forestale dello Stato (Servizio CONECOFOR), sulla base di un contratto con l'Agenzia, stipulato nel quadro del Processo Paneuropeo per l'Applicazione degli Indicatori di Biodiversità SEBI2010, in attuazione della Convenzione Internazionale sulla Diversità Biologica.

Nel Rapporto è proposta una metodologia standardizzata per valutare lo stato della biodiversità degli ecosistemi forestali europei, basata su di un indicatore aggregato (FSI), ottenuto attraverso l'elaborazione e la sintesi dei dati attualmente disponibili e delle metodologie armonizzate già sperimentate nelle reti di monitoraggio in tutta Europa. Si è proceduto quindi ad una raccolta sistematica di queste informazioni sulla base delle reti europee di ricerca e monitoraggio esistenti. Sono stati poi selezionati alcuni sub-indicatori previsti dal processo SEBI 2010 (in particolare, naturalità, legno morto, condizioni delle chiome, struttura forestale, vegetazione), assunti come parametri di biodiversità forestale. Nell'ultima fase, dopo l'elaborazione, la sintesi e l'interpretazione di tutti i dati relativi ai parametri, sono stati realizzati dei diagrammi "radar" e, attraverso lo stesso tipo di grafico, sono state prodotte delle simulazioni del FSI, una per il caso italiano e una di comparazione con altri tre Paesi europei (Germania, Slovacchia e Spagna).

L'Indicatore dello stato delle Foreste, basato su attributi qualitativi degli ecosistemi forestali, è destinato ad essere incluso tra gli indicatori del processo SEBI2010, nell'ambito dell'area "Trend in extent and composition of selected ecosystems".

Parole chiave: biodiversità forestale, CBD, indicatori, condizioni delle chiome, legno morto.

Key words: forest biodiversity, CBD, indicators, tree condition, deadwood.

La Strategia Pan-Europea sulla Biodiversità Biologica e di Paesaggio (PEBLDS) è stata sviluppata per favorire l'applicazione della Convenzione Internazionale sulla Diversità Biologica a livello pan-Europeo, attraverso iniziative del Consiglio d'Europa (CoE) e del Programma per l'Ambiente delle Nazioni Unite (UNEP). In questo quadro, la risoluzione sulla biodiversità adottata dalla Quinta Conferenza dei Ministri Europei per l'Ambiente "Environment for Europe" (tenutasi a Kiev nel 2003) aveva stabilito l'obiettivo chiave di sviluppare un gruppo ristretto di indicatori di biodiversità entro il 2006, di installare una Rete pan-Europea di monitoraggio della biodiversità ed un programma di *reporting* entro il 2008, in collaborazione con la Conferenza Ministeriale sulla Protezione delle Foreste in Europa (MCPFE). Un Gruppo di Coordinamento pan-Europeo, formato dall'Agenzia Europea per l'Ambiente (EEA), il Centro di Monitoraggio per la Conservazione Mondiale (UNEP), il Centro Europeo per la Conservazione della Natura (ECNC) e i leader dei numerosi Gruppi di esperti appositamente costituiti, è stato attivato dal 2004 ed ha avviato il lavoro raccogliendo le informazioni disponibili. Il piano di lavoro elaborato fornisce il quadro logico per le attività da condurre al fine di assicurare un efficace coordinamento europeo allo sviluppo ed all'applicazione degli indicatori di biodiversità individuati. Gli indicatori saranno utilizzati per la valutazione, il *reporting* e la comunicazione del livello di raggiungimento dell'obiettivo di arrestare la perdita di biodiversità entro il 2010. Questa attività è stata denominata *Streamlining European 2010 Biodiversity Indicators* (SEBI2010, European Community Biodiversity Clearing House Mechanism 2006).

In questo contesto, è stato sviluppato un indicatore gene-

rale denominato *Trend in extent and composition of selected ecosystems*, nell'ambito delle attività del Gruppo di Esperti 2 di *SEBI2010*. Un indicatore specifico denominato *Forest Area Indicator* è ormai pronto per l'applicazione (e pubblicato nel primo Rapporto Tecnico SEBI2010, European Community Biodiversity Clearing House Mechanism 2006): l'indicatore è basato principalmente su dati quantitativi (tendenze della superficie forestale, considerando i tipi forestali), ma per un'appropriata comprensione e valutazione è necessario affiancargli un indicatore di carattere qualitativo, che tenga conto dello stato e le tendenze di caratteristiche chiave degli ecosistemi forestali, il *Forest Status Indicator* (FSI, Petriccione *et al.* 2007).

Lo sviluppo del FSI, interamente realizzato dal Corpo Forestale dello Stato (Servizio CONECOFOR) sulla base di un contratto con l'Agenzia Europea per l'Ambiente, è stato basato sulla raccolta dettagliata di informazioni sulla disponibilità di dati e metodi armonizzati a livello pan-Europeo (EU Forest Focus & UN/ECE CLRTAP ICP Forests e ICP IM, Inventari Forestali Nazionali, Natura 2000, LTER-Europa). FSI è stato sviluppato procedendo a sintetizzare i parametri (sub-indicatori) di biodiversità disponibili (condizioni delle chiome, abbondanza e tipo di legno morto, composizione di specie vascolari, struttura forestale e naturalità, Fig. 1) per i principali tipi forestali, con lo scopo di valutare i risultati forniti dal *Forest Area Indicator*, tenendo conto di concetti chiave quali la qualità, la funzionalità e l'integrità degli ecosistemi forestali. I parametri utilizzati coincidono, almeno in parte, con quelli identificati (4° Conferenza Ministeriale per la Protezione of Foreste in Europa, MCPFE) ed applicati a livello pan-Europeo (EU Forest Focus & UN/ECE ICP Forests) e a

livello nazionale (Inventari Nazionali delle Foreste), come segue:

- 1) EU Forest Focus & UN/ECE ICP Forests Livello I: dati sulle condizioni delle chiome su circa 3000 aree di monitoraggio, dal 1985 (in continuo per 20 anni); struttura forestale, legno morto e composizione di specie vascolari su circa 6000 aree, dal 2007 (progetto pilota *BioSoil*);
- 2) EU Forest Focus & UN/ECE ICP Forests Livello II: dati sulle condizioni delle chiome su circa 700 aree e composizione di specie vascolari su circa 500 aree, dal 1995 (in continuo per 10 anni); dati sul legno morto su circa 100 aree, dal 2006 (progetto pilota *ForestBIOTA*);
- 3) National Focal Points: dati su composizione di specie arboree e legno morto su numerosi punti degli Inventari Forestali Nazionali in tutta l'Europa;
- 4) Rapporti Nazionali sulla Rete Natura2000: "stato di conservazione" di numerosi Siti di Interesse Comunitario (47% dei quali includono aree forestali) in tutta l'Europa.

I dati sono stati organizzati secondo la versione migliorata ed aggiornata dei Tipi Forestali per la Valutazione della Biodiversità (*BEAR Forest Types for Biodiversity Assessment*), recentemente pubblicata dall'Agenzia Europea per l'Ambiente. Nell'ultima fase del lavoro, dopo l'elaborazione, la sintesi e l'interpretazione di tutti i dati relativi ai parametri, sono stati realizzati dei diagrammi "radar" per i tipi forestali principali e, attraverso lo stesso tipo di grafico, sono state prodotte delle simulazioni del FSI, una per il caso italiano e una di comparazione con altri tre Paesi europei (Germania, Slovacchia e Spagna). I cam-

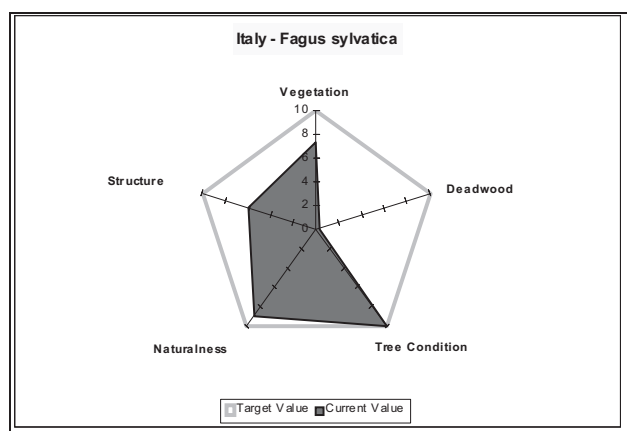


Figura 1. Esempio di diagramma a stella basato su alcuni sub-indicatori del Forest Status Indicator (elaborato da dati originali riferiti al 2005, in parte da: Ferretti *et al.*, 2006; Petriccione, 2004).

SUMMARY

AN INDICATOR OF BIODIVERSITY STATE OF EUROPEAN FORESTS

The European Environment Agency has just released the new Report "Development and harmonization of a Forest Status Indicator (FSI), fully developed by the Italian Forest Service (CONECOFOR Service), on the basis of a grant with the Agency, in the frame of the Pan-European Process for the Implementation of Biodiversity Indicators

biamenti nel tempo e la "distanza" dai valori di riferimento può essere in tal modo facilmente riconosciuta attraverso il cambiamento di forma dei diagrammi. Un esempio per le faggete italiane è riportato in Fig. 2.

Lo sviluppo di FSI ha consentito di soddisfare la necessità di SEBI2010 di disporre di dati sui cambiamenti nel tempo relativi ad attributi chiave degli ecosistemi forestali europei; l'enfasi sugli aspetti qualitativi della biodiversità è inoltre di elevata rilevanza politica per la gestione dell'ambiente. La maggior parte dei dati considerati, facilmente accessibili da organismi internazionali (EU e UN-ECE) è raccolta secondo metodi già armonizzati a livello pan-Europeo, in alcuni casi da oltre 20 anni, sulla base di reti sistematiche rappresentative di tutte le foreste europee. La possibilità di collegare i dati raccolti a Livello I e II è concreta. FSI è basato su sub-indicatori largamente accettati, molto sensibili ed in grado di dar conto dei cambiamenti nel tempo ed ad una scala utile per consentire decisioni politiche. I valori di FSI possono essere aggiornati regolarmente, se adottati a livello europeo, sulla base dei programmi di monitoraggio routinario esistenti. I dati disponibili sino coerenti nello spazio e coprono tutti i Paesi Membri dell'Unione Europea e la maggior parte dei Paesi aderenti all'Agenzia Europea per l'Ambiente.

L'Indicatore dello stato delle Foreste, basato su attributi qualitativi degli ecosistemi forestali, è destinato ad essere incluso tra gli indicatori del processo SEBI2010, nell'ambito dell'area *Trend in extent and composition of selected ecosystems*.



Figura 2. Disponibilità dei dati sul legno morto nelle foreste, nei Paesi del Consiglio d'Europa, grazie all'esecuzione dei progetti UE/Forest Focus *ForestBIOTA* (aree di Liv. II) e *BioSoil* (aree di Liv. I).

SEBI2010, aimed to the implementation in Europe of the International Convention on Biological Diversity.

The report aims at the implementation of a new indicator of the status of European forest biodiversity (FSI), as an elaboration and synthesis of current metadata and methodologies at European level. In particular, the work has been performed through a detailed collection of meta-data and harmonized methods available in European Networks. The following step has been based on SEBI2010 (EG6) sub-indicators, in progressive development at the moment of this study (naturalness, deadwood, tree condition, structure,

vegetation) and their use as parameters of forest biodiversity in FSI. The last phase of the elaboration is a synthesis and interpretation of FSI parameters, which is expressed through “radar” graphs. Finally a simulation for a graphic representation of FSI as concerns two metadata collections has been designed: one for Italy and one for Slovakia, Spain and Germany.

FSI is based on qualitative attributes of the forest ecosystem, essential to evaluate the quantitative results of other biodiversity indicators, e.g. giving the correct significance to the observed trends in forest types cover. Nowadays, FSI is ready to be included and combined into the SEBI2010 headline macro-indicator “Trend in extent and composition of selected ecosystems”.

RÉSUMÉ

UNE INDICATEUR DE L'ÉTAT DE LA BIODIVERSITÉ DES FORÊTS EUROPÉENS

L'Agence Européenne pour L'Environnement vient de publier le Rapport ‘Development and harmonization of a Forest Status Indicator’ (FSI), entièrement réalisé par le service Italien des Forêts (Service CONECOFOR), sur la base d'un contrat avec l'Agence, stipulé dans le cadre du Processus Paneuropéen pour l'Application des Indicateurs de Biodiversité SEBI2010, en accord avec la Convention Internationale sur la Diversité Biologique.

Il est proposé dans ce Rapport une méthodologie standard pour évaluer l'état de la biodiversité des écosystèmes forestiers européens, basée sur un indicateur (FSI) obtenu à travers l'élaboration et la synthèse des données actuellement disponibles et des méthodes déjà expérimentées dans toute l'Europe. Il a donc été procédé à une récolte systématique de ces informations à partir des réseaux européens de recherche et de monitoring déjà existants. Ensuite il a été sélectionné certains sub-indicateurs prévus dans le Processus SEBI2010 (en particulier, naturalité, bois mort, état du feuillage, structure forestière, végétation), pris comme paramètres de

biodiversité forestière. En dernier lieu, après l'élaboration, la synthèse et l'interprétation de toutes ces données, ont été réalisés des diagrammes ‘radar’ et, à travers le même type de graphiques, ont été produites des simulations du FSI, une pour l'Italie et une autre de comparaison avec d'autres pays européens (Allemagne, Slovaquie et Espagne).

L'Indicateur de l'état des Forêts, basé sur les attributs qualitatifs des écosystèmes forestiers, est destiné à être inclus dans les indicateurs du processus SEBI2010, dans le cadre ‘Trend in extent and composition of selected ecosystems’.

BIBLIOGRAFIA

- European Community Biodiversity Clearing House Mechanism, 2006 – *SEBI2010*. <http://biodiversity-chm.eea.europa.eu/information/indicator/F1090245995>
- Ferretti M., Petriccione B., Fabbio G., Bussotti F. (a cura di), 2006 – *Aspects of biodiversity in selected forest ecosystems in Italy: status and changes over the period 1996-2003. Third report of the Task Force on Integrated and Combined (I&C) evaluation of the CONECOFOR programme*. Annali Istituto Sperimentale per la Selvicoltura, Special Issue (Arezzo), 30, Suppl. 2: 107-111.
- Petriccione B., 2004 – *First results of the ICP Forests biodiversity test-phase in Italy*. In: Marchetti M. (ed.). *Monitoring and Indicators of Forest Biodiversity in Europe. From Ideas to Operationality*. EFI Proceedings, 51: 445-454.
- Petriccione B., Cindolo C., Cocciufa C., Ferlazzo S., Parisi G., 2007 – *Development and harmonization of a Forest Status Indicator (FSI). Technical Report of SEBI2010 special ad hoc project (Italian Forest Service, CONECOFOR Board)*. European Community Biodiversity Clearing House Mechanism, EEA, Copenhagen. 50 pp. <http://biodiversity-chm.eea.europa.eu/information/indicator/F1090245995/fo1365614/F1115187844/fo1836804/fo1042007>.

HABITAT FORESTALI DI PARTICOLARE VALORE NATURALISTICO (DIR. 92/43/CEE) DEI MONTI PELORITANI (SICILIA)

(*) Dipartimento di Scienze della Vita "Marcello Malpighi" e Orto Botanico "P. Castelli", Università di Messina
(**) Via S. Pietro Zaffaria n° 8, Zafferia (ME)

Si descrivono alcuni habitat forestali di particolare valenza naturalistica, riportati dalla Direttiva 92/43/CEE, presenti sui Monti Peloritani (Sicilia Nord-orientale); per alcuni di essi sono segnalate nuove stazioni di ritrovamento. Per ciascun habitat viene indicata la consistenza nel territorio peloritano ottenuta mediante l'uso di strumenti GIS. Sono stati individuati 4 habitat prioritari (5230* Arborecent matorral with *Laurus nobilis*, 9180**Tilio-Acerion* forests of slopes, screes and ravines, 91E0* Alluvial forests with *Alnus glutinosa* and *Fraxinus excelsior*, 9210* Apennine beech forests with *Taxus* and *Ilex*) e altri 4 particolarmente significativi in quanto rari per il territorio peloritano (920C *Platanus orientalis* and *Liquidambar orientalis* woods (*Platanion orientalis*), 9330 *Quercus suber* forests, 9340 *Quercus ilex* and *Quercus rotundifolia* forest, 9380 Forests of *Ilex aquifolium*). Alcuni degli habitat considerati costituiscono gli ultimi frammenti di vegetazioni relitte di epoche geologiche passate e per questo particolarmente meritevoli di tutela. Si analizzano infine i principali problemi relativi alla loro conservazione e gestione.

Parole chiave: biodiversità, vegetazione, Habitat Dir. 92/43/CEE, flora a rischio d'estinzione, Monti Peloritani.

Key words: biodiversity, vegetation, Habitat Dir. 92/43/EEC, flora threatened, Peloritani Mountains.

Mots clés: biodiversité, végétation, Habitat Dir. 92/43/EEC, flore menacée, Monti Peloritani.

1. INTRODUZIONE

I Monti Peloritani occupano la porzione Nord-Orientale della Sicilia, estendendosi per circa 70 km, dallo Stretto di Messina fino alle vallate dell'Alcantara e del Timeto e coprendo un'area di circa 1500 km². Rappresentano il segmento più meridionale dell'arco calabro-peloritano e sono costituiti da un complesso di rocce metamorfiche cristalline, composte da diverse unità stratigrafiche, su cui poggiano coperture carbonatiche formatesi in epoche diverse. Costretti tra il mar Jonio e il mare Tirreno, sono caratterizzati da cime montuose relativamente alte (le maggiori raggiungono i 1200-1300 m s.l.m.) allineate lungo una dorsale che degrada rapidamente verso il mare, solcata trasversalmente da profonde valli, le fiumare.

Sebbene la forte pressione antropica esercitata da secoli in questi monti, essi rappresentano ancor oggi uno dei territori forestali di elevato pregio della Sicilia. Nell'ambito di un più ampio studio volto alla conoscenza degli aspetti botanici dei Monti Peloritani ai fini della redazione del Piano di Coordinamento Territoriale Paesistico Regionale (P.T.P.R.), sono state individuate e analizzate diverse tipologie di vegetazione. Il territorio peloritano è risultato essere estremamente vario, costituendo perciò un enorme riserva di biodiversità.

2. MATERIALI E METODI

Lo studio della vegetazione è stato effettuato secondo il metodo fitosociologico classico (Braun-Blanquet, 1964). La distribuzione della vegetazione nel territorio è stata rilevata attraverso l'uso di strumenti GIS. In particolare, partendo dai poligoni codificati secondo Corine Land Cover 2000 (cod. 3.1: aree boscate; cod. 3.2.2: brughiere e cespuglieti; cod. 3.2.3: macchia; cod. 3.2.4: aree in evoluzione) individuati nella carta dell'uso del suolo della Sicilia in

scala 1:250.000, si è proceduto a reinterpretare tali poligoni ad una scala di maggiore dettaglio (1:5.000). Questa operazione è stata effettuata mediante interpretazione a video delle ortofoto digitali a colori del volo Ita 2000, utilizzando come base cartografica le tavolette CTR 1:10.000 volo ATA 1997 digitalizzate e georeferenziate. Ciò ha consentito di rilevare la superficie occupata dalle diverse unità tipologiche individuate su base fisionomica ed in particolare quelle di particolare valore naturalistico. Attraverso verifiche di campo è stato possibile controllare, con l'ausilio del GPS, la reale corrispondenza tra i poligoni realizzati e le unità tipologiche di vegetazione realmente presenti.

3. RISULTATI

Tra le formazioni forestali naturali dei Monti Peloritani abbiamo individuato alcune fitocenosi di particolare valore naturalistico inserite nell'Allegato I della Direttiva Habitat 92/43/CEE. Per ciascuna di esse è riportata la superficie occupata nel territorio dei Monti Peloritani (Tab. 1). Tra queste cenosi alcune sono prioritarie (*) per quanto concerne la loro tutela.

– 5230* Arborecent matorral with *Laurus nobilis*.

Secondo il manuale di Interpretazione della Direttiva (European Commission, 2007) a tale habitat appartengono "formazioni vegetali mediamente igrofile caratterizzate dalla presenza di alti esemplari di *Laurus nobilis*. Generalmente si tratta di macchie più o meno fitte ed estese presenti nei settori meno aridi delle pianure e di modesti piani collinari". In Sicilia, fino ad oggi, erano segnalati lembi di laureto, attribuiti a questo habitat prioritario lungo alcuni impluvi delle Madonie (bacino del Vicaretto), dei Monti Iblei (Blasi e Raimondo, 2005) e per una sola località dei M. Peloritani (Valloncello Passo del Corvo, tra borgo Morfia e Portella Mandrazzi); quest'ultima inquadrata nell'associazione *Lau-*

ro nobilis-quercetum ilicis (Br.-Bl. 1967) Rivas-Martinez 1975 (Guarino, 1998). Nell'ambito delle nostre indagini si sono individuate diverse stazioni con fitocenosi in parte comparabili a quella già descritta per i Peloritani, caratterizzate dalla presenza di *Laurus nobilis* con portamento arboreo, localizzate sulle pareti scoscese di strette e umide forre (torrente Cannavella, torrente Elicona, vallone Lacino, vallone Mandrazza, sorgente Lipantana - Monte Rossimanno, vallone Lauro, vallone Scodella). Queste rare cenosi ad alloro arboreo costituiscono gli ultimi frammenti della foresta sempreverde laurifilla propria di climi subtropicali molto umidi, che in epoche geologiche passate ha coperto importanti superfici del continente europeo (Blasi & Raimondo, 2005). I matorral ad alloro contribuiscono al controllo della stabilità dei versanti e al mantenimento di condizioni microclimatiche stabilmente umide e ombrose, favorevoli alla sopravvivenza di altre fitocenosi relitte come la vegetazione a *Woodwardia radicans*.

– 9180* *Tilio-Acerion* forests of slopes, screes and ravines. A questa tipologia di vegetazione secondo il manuale di Interpretazione della Direttiva vengono attribuite “le foreste miste di specie secondarie (*Acer pseudoplatanus*, *Fraxinus excelsior*, *Ulmus glabra*, *Tilia cordata*) su ghiaioni grossolani, versanti acclivi e forre, in particolare su substrati calcarei e più raramente silicei, presenti soprattutto nell'Italia settentrionale e centrale”. In Calabria e Sicilia la vegetazione di forra attribuita a tale habitat prioritario appare caratterizzata dalla presenza di un elevato contingente di specie del *Quercion ilicis* (Taffetani, 2005). Sui Peloritani è presente una vegetazione di forra ad acero d'Ungheria e carpino nero attribuita all'associazione *Aceri obtusati-Ostryetum carpinifoliae* Brullo & Marcenò 1985 (Brullo & Marcenò, 1985) da noi osservate in limitate stazioni con bioclima Mesomediterraneo umido-subumido lungo la dorsale peloritana (Montagna di Vernà, Vallone Bottiglieri e Acqua Monaco - Torrente Vacco, Serro Paggiarotto, Timpa dell'Ilici - Monte Rossimanno). Ancora più localizzata è la subassociazione *tilietosum platyphylli* Bartolo, Brullo, Minissale & Spampanato 1990 (Bartolo *et al.*, 1990), caratterizzata dalla presenza di *Laurus nobilis* e *Tilia platyphyllos*. Quest'ultima, specie mesofila con centro di diffusione nell'Europa centrale, è probabilmente giunta in Sicilia durante le glaciazioni, rifugiandosi poi, all'affermarsi del clima mediterraneo, nelle forre costantemente umide. Uniche stazioni per l'isola di tale subassociazione sono quelle dei Peloritani: “alla Santissima” nel vallone Scodella (Fiumedinisi) (Fiori, 1925-29) e nell'alto torrente Niceto (Gramuglio *et al.*, 2000; Picone *et al.*, 2003). Queste fitocenosi occupano complessivamente un'area molto ridotta (tab. 1); si evidenzia il limitatissimo numero di individui di *Tilia platyphyllos* censiti nell'aprile del 2008 (11 nel vallone Scodella e 5 nell'alto Niceto) e l'assenza di rinnovazione.

Tra le specie rare e a rischio sono da segnalare: *Galanthus regiane-olgae* subsp. *reginae-olgae* e *Phyllitis scolopendrium*.

– 91E0* Alluvial forests with *Alnus glutinosa* and *Fraxinus excelsior*.

Per foreste alluvionali residue dell'*Alnion glutinoso-incanae*, secondo il manuale di Interpretazione della Diret-

tiva, vanno intese le foreste alluvionali di ontano nero (*Alnus glutinosa*) e ontano bianco (*Alnus incana*), ma in parte anche di frassino maggiore (*Fraxinus excelsior*) e olmo campestre (*Ulmus minor*) (Pedrotti, 2005). Data l'ampia distribuzione regionale e latitudinale di tali formazioni, si ha una certa eterogeneità nella loro fisionomia e composizione floristica, che si estrinseca localmente dando origine a numerose e ben diversificate unità sintassonomiche. Sui Monti Peloritani tali boschi ripali sono inquadrabili negli *Osmundo-Alnion glutinosae* (Br.-Bl., P. Silva & Rozeira 1956) Dierschke & Rivas-Martinez in Rivas-Martinez 1975, fitocenosi dominate da *Alnus glutinosa*, specie a rischio d'estinzione riportata nelle Liste Rosse regionali con lo status di Vulnerabile per la Sicilia (Conti *et al.*, 1997). Si tratta di formazioni forestali igrofile ed edafoclimatiche particolarmente rare in Sicilia, presenti esclusivamente nella parte settentrionale dell'Isola, note per le Madonie e i Nebrodi (Petrella *et al.*, 2005). Sono state da noi rinvenute nella fascia submontana dei Peloritani lungo il torrente Mela, il torrente Gilormella e nel Vallone Pulario (S. Lucia del Mela).

– 9210* Apennine beech forests with *Taxus* and *Ilex*.

A questa tipologia di vegetazione secondo il manuale di Interpretazione della Direttiva vengono attribuite “faggete termofile, frammentate e tipicamente ricche di specie endemiche con presenza di *Taxus baccata* e *Ilex aquifolium*”. Si tratta di cenosi forestali climax a netta dominanza di faggio (*Fagus sylvatica*); questa specie, a distribuzione tipicamente centro-europea, è giunta durante il Quaternario in Sicilia dove ha oggi il limite meridionale del suo areale, assumendo un carattere relittuale. Le faggete peloritane, estremamente localizzate, si contraddistinguono ecologicamente in quanto si rinvencono in stazioni submontane (900-1150 m s.l.m.) a quote più basse di quelle tipiche di questa fitocenosi, come invece si verifica sulle Madonie e sui Nebrodi; in prossimità dei crinali (1200-1300 m s.l.m.), dove diminuiscono sia l'umidità atmosferica che la profondità dei suoli, esse vengono sostituite dalle cerrete. Sono quindi faggete macroterme eterotopiche di carattere extra-zonale (Bazan *et al.*, 2005) inquadrare nell'ambito delle faggete termofile del *Doronico-Fagion* e più precisamente nell'associazione *Melitto albidae - Fagetum* (Ronsisvalle e Signorello, 1977) Ubaldi *et al.* 1990 (Ubaldi *et al.*, 1990). Sono note quattro stazioni per i Peloritani: Sella Mandrazzi (Novara di Sicilia); Monte Cerreto (Tripi); Malabotta e Colla di Barriera (Montalbano Elicona) (Gramuglio, 1968; Ronsisvalle e Signorello, 1977; Bazan *et al.*, 2005).

Tra le specie nemorali rare e a rischio d'estinzione presenti in tale habitat ricordiamo: *Paeonia mascula*, *Polygonatum multiflorum*, *Epipactis microphylla*, *Neottia nidus-avis*, *Epipactis meridionalis*, *Symphytum gussonei*, *Aquilegia vulgaris*.

– 92C0 *Platanus orientalis* and *Liquidambar orientalis* woods (*Platanion orientalis*).

Secondo il manuale di Interpretazione della Direttiva questo habitat comprende “boschi e foreste, in gran parte ripariali, dominati da *Platanus orientalis* e *Liquidambar orientalis*, appartenenti all'alleanza *Platanion orientalis*”, includendovi anche le formazioni a *Platanus* presenti in Sicilia [cod. Corine Biotopes 44.713 - “Sicilian plane tree can-

yons" (European commission, 1991)]. La presenza di *Platanus orientalis* in Sicilia è di notevole interesse biogeografico in quanto qui raggiunge il limite più occidentale del suo areale; i popolamenti siciliani sono da considerarsi popolamenti relitti testimonianza di migrazioni avvenute nel Messiniano. In Sicilia i plataneti sono oggi presenti sugli Iblei (Minissale *et al.*, 1991, 1996; Ferro e Di Benedetto, 1979; Fichera *et al.*, 1988; Barbagallo *et al.*, 1979), e sui Peloritani (Béguinot, 1925; Brullo e Spampinato, 1990; Raimondo *et al.*, 1992), anche se un tempo erano sicuramente diffusi in altri territori dell'Isola (Gianguzzi *et al.*, 1995). Sui Peloritani tali formazioni forestali meso-igrofile sono state inquadrare nel *Platano-Salicetum gussonei* Brullo & Spampinato 1990, associazione endemica della Sicilia nord-orientale (Brullo e Spampinato, 1990), caratterizzata oltre che da *Platanus orientalis* anche da *Salix gussonei*, endemismo peloritano. Queste fitocenosi, legate al bioclima Mesomediterraneo umido/subumido, crescono sui terrazzi alluvionali delle fiumare, nei greti ciottolosi umidi o sabbioso-limosi invasi periodicamente dalle piene invernali e negli impluvi di ripidi versanti. Nell'ambito delle nostre indagini si è rilevata una presenza relativamente abbondante di tale formazione lungo numerosi corsi d'acqua dei Peloritani, prevalentemente nel versante Jonico (Savoca, Agrò, Letojanni) e lungo gli affluenti dell'Alcantara. A questi si aggiunge lungo il torrente Vacco (Fiumedinisi) un popolamento, recentemente rinvenuto, che costituisce la stazione siciliana più nord-orientale di tale fitocenosi.

– 9330 *Quercus suber* forests.

Queste formazioni forestali sono descritte dal manuale di Interpretazione della Direttiva come "foreste silicicole del Mediterraneo occidentale, la cui specie dominante è *Quercus suber*". Nell'estremità nord-orientale dei Monti Peloritani, sui versanti più umidi e freschi e su suoli fortemente acidi, sono presenti alcuni popolamenti relitti di sughera, attribuiti all'associazione *Doronico-Quercetum suberis* Brullo, Minissale e Spampinato (1995), formazione arborea edafoclimax mesotermofila, caratterizzata dalla dominanza di *Quercus suber*, a cui si unisce *Quercus dalechampii*. Differenziale dell'associazione è *Doronicum orientale*, specie avente il suo *optimum* nelle formazioni dei *Quercus-Fageteta* (Guarino, 1998). Questa associazione è la più mesofila tra le sugherete della Sicilia (Brullo *et al.*, 1995), legata ad un bioclima Mesomediterraneo Umido inferiore; è presente sui Peloritani con piccoli popolamenti lungo la dorsale Dinnammare-Curcuraci (Messina) e nel territorio di Tindari (Patti). Specie rare e a rischio presenti in queste fitocenosi sono: *Teucrium siculum* e *Limodorum abortivum*.

– 9340 *Quercus ilex* and *Quercus rotundifolia* forest.

Queste fitocenosi sono descritte dal manuale di Interpretazione della Direttiva come "foreste dominate da *Quercus ilex* o *Quercus rotundifolia*, spesso, ma non necessariamente, calcicole". Le leccete dei Peloritani si trovano generalmente ad altitudini superiori ai 700-800 metri e occupano attualmente superfici circoscritte e localizzate lungo le creste o nelle zone scoscese con rocce affioranti; esse sono riferibili a due associazioni. Il *Teucrio siculi-Quercetum ilicis* Gentile 1969 em. Brullo & Marcerò 1985 è una formazione arborea mesotermofila e calcifuga legata a bioclimi Meso/Supramediterraneo Umido, in cui lo strato ar-

boreo è costituito prevalentemente da *Quercus ilex*, talvolta accompagnata da *Quercus dalechampii*; specie differenziale per l'associazione è *Teucrium siculum*, endemica dell'Italia centro-meridionale e della Sicilia. Il *Geranio versicoloris-Quercetum ilicis* Maniscalco & Raimondo 2003 è una fitocenosi mesofila acidofila tipica dei rilievi della Sicilia settentrionale con bioclima Supramediterraneo umido superiore che si localizza in forre, valloni e versanti settentrionali su substrati silicei; specie differenziale per l'associazione è *Geranium versicolor*. Mentre il *Teucrio siculi-Quercetum ilicis* è frequente lungo tutta la dorsale peloritana, il *Geranio versicoloris-Quercetum ilicis*, già noto per Pizzo Acqua Bianca (Maniscalco & Raimondo, 2003), è stato da noi rinvenuto presso il Torrente Vacco (Fiumedinisi).

Numerose sono le specie rare e a rischio d'estinzione presenti in queste fitocenosi: *Ilex aquifolium*, *Symphytum gussonei*, *Teucrium siculum*, *Limodorum abortivum*.

– 9380 Forests of *Ilex aquifolium*.

In tale habitat rientrano, secondo il manuale di Interpretazione della Direttiva le comunità vegetali dominate da *Ilex aquifolium* arborescente che crescono su substrati di varia natura nelle zone a bioclima Supramediterraneo. Tali boschi rappresentano stadi evolutivi finali di diverse tipologie forestali (attribuibili, tra le altre, all'*Ilici-Quercetum ilicis*) aventi uno strato arbustivo ricco di *Ilex aquifolium* e talvolta di *Taxus baccata*; per naturale e graduale scomparsa del soprastante strato arboreo, si formano, all'interno o all'esterno del bosco, nuclei di *Ilex aquifolium* arborescente. Tali formazioni forestali, di notevole significato fitogeografico ed ecologico perché relitti di una flora tardo-Miocenica, sono presenti in Sicilia in alcune località di Madonie (Di Martino, 1974), Nebrodi (Schicchi, 2003) e Peloritani (Crisafulli *et al.*, 2002). In particolare sui Peloritani, presso Monte Cavallo (Mandanici), questo habitat costituisce lo stadio evolutivo finale di una lecceta inquadrata da Maniscalco e Raimondo (2003) nel *Geranio versicoloris-Quercetum ilicis* Maniscalco & Raimondo 2003, associazione che vicaria geograficamente le leccete orofile e acidofile con agrifoglio dell'*Ilici-Quercetum ilicis* della Sardegna e Corsica (Gamisans, 1997). Tale stazione, situata all'interno del Demanio forestale, è caratterizzata da 24 esemplari particolarmente significativi di *Ilex aquifolium*, situati in un'area di circa un ettaro marginalmente al bosco di leccio.

4. CONCLUSIONI

L'indagine svolta nel territorio peloritano evidenzia il valore naturalistico del patrimonio forestale ivi presente. Accanto alle estese superfici riforestate negli ultimi 70 anni, si rinvengono infatti ampie aree con fitocenosi naturali di estremo interesse, qui sinteticamente citate e oggetto di ulteriori studi da parte degli autori. Dai dati disponibili emerge che la copertura boschiva da noi rilevata sui Monti Peloritani è estremamente cospicua (circa 32.000 ha) e rappresenta il 12% dei boschi della Sicilia, che ammontano a 283.080 ha (AA.VV., 1992), occupando una superficie di appena il 6% del territorio regionale.

Alla ricchezza di biodiversità e al valore fitogeografico degli habitat considerati non corrisponde purtroppo un'adeguata tutela. Nonostante infatti buona parte di tali fitocenosi ricadano all'interno di Riserve Naturali o di SIC,

non è in corso alcuna attività gestionale conservativa. Nelle indagini di campo sono emerse numerose problematiche di conservazione dovute principalmente alla forte pressione antropica che si esprime con un eccessivo pascolo di transumanza, ancora estremamente radicato nella cultura del territorio, a cui è strettamente legata la pratica dell'incendio. La captazione abusiva delle acque a scopi irrigui e discutibili sistemazioni idrauliche delle fiumare rappresentano una grave minaccia alle fitocenosi ripariali e di forra, che hanno un importante ruolo nella difesa idrogeologica. La "pulizia" del sottobosco svolta nell'ambito delle regolari attività di gestione dei boschi interferisce, spesso pesantemente, con la dinamica evolutiva delle cenosi vegetali, in quanto viene effettuata ignorando l'importanza delle specie rare e a rischio di estinzione che caratterizzano e diversificano gli habitat stessi.

La gestione di tali risorse forestali deve perciò seguire criteri di sostenibilità e soprattutto essere indirizzata alla salvaguardia di questi habitat; eventuali interventi di riforestazione devono essere effettuati esclusivamente con piante prodotte da germoplasma locale, al fine di garantire la conservazione non solo delle fitocenosi, ma anche della ricchezza genetica di questo patrimonio arboreo. Si deve investire cioè per tutelare l'integrità di questi habitat, valutandone l'importanza sotto molteplici aspetti: la loro valenza naturalistica, il ruolo nel territorio a livello ecologico e paesaggistico e il loro valore economico nella prospettiva di una possibile fruibilità. Sviluppo sostenibile è, in questo ambito, indirizzare la forza lavoro non tanto alla pulizia del sottobosco, bensì alla conservazione dell'intero habitat, inteso nel suo significato più ampio.

Tipologia fisionomica	Habitat dell'All. I Dir. 92/43/CE		Eunis 2004		CORINE Land Cover 2000		Superficie occupata sui Peloritani (ha)
	Code	Description	Code	Description	Code	Description	
Matorral ad Alloro	5230*	Arborescent matorral with <i>Laurus nobilis</i>	F5.1	Arborescent matorral	3.2.3.1	Macchia alta	3,5
Bosco di forra a Carpino nero e Acero d'Ungheria	9180*	<i>Tilio-Acerion</i> forests of slopes, screes and ravines	G1.A4	Ravine and slope woodland	3.1.1.3	Boschi a prevalenza di latifoglie mesofile e mesotermofile	43,5
Bosco ripale ad Ontano nero	91E0*	Alluvial forests with <i>Alnus glutinosa</i> and <i>Fraxinus excelsior</i>	G1.131 -	Southern <i>Alnus glutinosa</i> galleries	3.1.1.6	Boschi a prevalenza di specie igrofile	2
Bosco di Faggio	9210*	Apennine beech forests with <i>Taxus</i> and <i>Ilex</i>	G1.68	Southern Italian <i>Fagus</i> Forests	3.1.1.4	Boschi a prevalenza di faggio	195,5
Bosco ripale a Platano orientale	92C0	<i>Platanus orientalis</i> and <i>Liquidambar orientalis</i> woods (<i>Platanion orientalis</i>)	G1.38	<i>Platanus orientalis</i> woods	3.1.1.6	Boschi a prevalenza di specie igrofile	242,5
Bosco di Sughera	9330	<i>Quercus suber</i> forests	G2.111 -	Tyrrhenian <i>Quercus suber</i> forests	3.1.1.1.	Boschi a prevalenza di leccio e/o sughera	114
Bosco di Leccio	9340	<i>Quercus ilex</i> and <i>Q. rotundifolia</i> forests	G2.121	Mesomediterranean <i>Quercus ilex</i> woodland	3.1.1.1.	Boschi a prevalenza di leccio e/o sughera	1.405
Popolamenti di Agrifoglio	9380	Forests of <i>Ilex aquifolium</i>	G2.6	Holly woods	3.1.1.1	Boschi a prevalenza di leccio e/o sughera	1

Tabella 1. Tipologie di vegetazione inquadrare secondo la Direttiva Habitat 92/43, il Manuale EUNIS 2004, e CORINE Land Cover 2000 e relative superfici occupate sui Peloritani.

Table 1. Typologies of vegetation and their cross-references with Dir. 92/43/EEC, EUNIS 2004 manual and CORINE Land Cover 2000 with the relative area of occupancy on Peloritani Mountains.

Tableau 1. Typologies de végétation encadrée d'après la Directive Habitat 92/43/EEC, le Manuel EUNIS 2004 et CORINE Land Cover 2000 avec le relatives surfaces occupées sur les Monti Peloritani.

SUMMARY

INTERESTING FOREST HABITAT TYPES (DIR. 92/43/EEC) IN PELORITANI MOUNTAINS (SICILY)

Interesting forest habitats types of the Peloritani Mt. (NE-Sicily) listed in the 92/43/CEE directive are presented; for some of that new data distributions are indicated. For each habitat has been calculated the area of occupancy in Peloritani district by GIS tools. Four priority

natural habitat types have been recognized (5230* Arborescent matorral with *Laurus nobilis*, 9180**Tilio-Acerion* forests of slopes, screes and ravines, 91E0* Alluvial forests with *Alnus glutinosa* and *Fraxinus excelsior*, 9210* Apennine beech forests with *Taxus* and *Ilex*). Additional four have been studied, which are specially interesting because their rarity on the Peloritani Mt. (920C *Platanus orientalis* and *Liquidambar orientalis* woods (*Platanion orientalis*), 9330 *Quercus suber* forests, 9340 *Quercus ilex* and *Quercus rotundifolia* forest, 9380

Forests of *Ilex aquifolium*). Some of the considered habitats represent relict fragments of vegetational formations of other geological times, which deserve a protection policy. The problems related to protection and management of these habitats are also analyzed.

RÉSUMÉ

HABITAT FORESTIER (DIR. 92/43/EEC) DE INTERET PARTICULIER SUR LES MONTI PELORITANI (SICILE)

Nous décrivons différents habitats forestier contenu dans la Directive 92/43/EEC et présents sur les Monti Peloritani (Sicile nord-orientale). Pour chaque habitat est signalée la superficie dans le territoire peloritain calculé avec outils SIG (Système d'Information Géographique). Sur la base de la Directive, nous avons identifié 4 habitats prioritaires (5230* Arborescent matorral with *Laurus nobilis*, 9180*Tilio-Acerion forests of slopes, screes and ravines, 91E0* Alluvial forests with *Alnus glutinosa* and *Fraxinus excelsior*, 9210* Apennine beech forests with *Taxus* and *Ilex*). Qui plus est, d'autres habitats forestiers ont été étudié car considérés importants et rare pour les Monti Peloritani (920C *Platanus orientalis* and *Liquidambar orientalis* woods (*Platanion orientalis*), 9330 *Quercus suber* forests, 9340 *Quercus ilex* and *Quercus rotundifolia* forest, 9380 Forests of *Ilex aquifolium*). Quelques-uns des habitats considérés constituent les derniers reliques de végétation d'époques géologiques passées et pour ce motif méritant une protection particulière. A la fin, nous analysons les problèmes principaux posés par leur entretien et leur gestion.

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV., 1992 – *I Boschi di Sicilia*. pp. 303 - Edizioni Arbor, Palermo.
- Barbagallo C., Brullo S., Fagotto F., 1979 – *Vegetazione a Platanus orientalis L. e altri aspetti igrofilici dei fiumi iblei (Sicilia meridionale)*. Pubbl. Ist. Bot. Univ. Catania. 26 pp.
- Bartolo G., Brullo S., Minissale P., Spampinato G., 1990 – *Contributo alla conoscenza dei boschi a Quercus ilex della Sicilia*. Acta Botanica Malacitana, 15: 203-215
- Bazan G., Brullo S., Raimondo F. M., Schicchi R., 2005 – *Carta delle Serie di Vegetazione della Sicilia scala 1: 250.000*. In: Ministero dell'ambiente della tutela del territorio, Direzione per la Protezione della Natura, Politecnico di Milano, 2005 - GIS Natura: il GIS delle conoscenze naturalistiche in Italia (DVD).
- Béguinot A., 1925 – *Osservazioni sull'indigenato del "Platanus orientalis" L. nell'Italia del sud e nella Sicilia orientale*. Arch. Bot. Sist. 1: 81-100; Forli.
- Blasi C., Boitani L., La Posta S., Manes F., Marchetti M. (eds.), 2005 – *Stato della biodiversità in Italia. Contributo alla strategia nazionale per la biodiversità*. Palombi Editori. Roma.
- Blasi C., Raimondo F.M., 2005 – *Habitat matorral di Laurus nobilis (5230)*. In: Ministero dell'ambiente della tutela del territorio, Direzione per la Protezione della Natura, Politecnico di Milano, 2005 - GIS Natura: il GIS delle conoscenze naturalistiche in Italia (DVD).
- Braun-Blanquet J., 1964 – *Pflanzensoziologie*. Springer, Vienna, New York.
- Brullo S., Marcenò C., 1985 – *Contributo alla conoscenza della classe Quercetea ilicis in Sicilia*. Not. Fitosoc. 19 (1): 183-229.
- Brullo S., Minissale P., Spampinato G., 1995 – *Contributo alla conoscenza della vegetazione forestale della Sicilia*. Fitodinamica, 24: 635-647.
- Brullo S., Spampinato G., 1990 – *La vegetazione dei corsi d'acqua della Sicilia*. Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat., 23 (336): 119-252.
- Conti F., Manzi A., Pedrotti F., 1997 – *Liste Rosse Regionali delle Piante d'Italia*. - WWF Italia, Società Botanica Italiana, pp 139 - TIPAR Poligrafica Editrice, Camerino.
- Crisafulli A., Picone R.M., Zaccone S., 2002 – *Popolamenti eterotopici di Ilex aquifolium L. sui Peloritani (Sicilia nord-orientale)*. Atti del 97° Congresso della Società Botanica Italiana, 24-27 sett, 2002 Lecce; p. 119.
- Davies C.E., Moss D., Hill M. O., 2004 – *EUNIS Habitat Classification revised 2004*. Report to the European Topic Centre on Nature Protection and Biodiversity, European Environmental Agency. October 2004, 310 pp.
- Di Martino A., 1974 – *Piante madonite da proteggere. Gli Ilex aquifolium di Piano Pomo*. Lav. Ist. Bot. Giardino Colon. Palermo; 25; 28-38.
- European Commission, 1991 – *CORINE biotopes manual. Habitats of the European Community*. Brussels.
- European Commission, 1992 – *Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora*. Official Journal of the European Communities, L206.
- European Commission, 2007 – *Interpretation Manual of European Union Habitats*, vers. EUR 27. Natura 2000. DG XI – D2. Brussel, 2007.
- Ferro G., Di Benedetto L., 1979 – *La flora dei corsi d'acqua del Sud Italia (primo contributo)*. Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat., s. 4, 13: 179-220.
- Fichera G., Furnari F., Scelsi F., 1988 – *Contributo alla conoscenza della vegetazione forestale del Bosco di Ferla (Siracusa)*. Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat., 21 (334): 351-365.
- Fiori A., 1925-29 – *Nuova flora analitica italiana*. Vol II. pp 1128. Tip. Ricci. Firenze.
- Gamisans J., 1977 – *La vegetation des montagnes corses*. Phytocoenologia, 4 (3): 317-376.
- Gianguzzi G., Raimondo F.M., Riggio S., 1995 – *Relics of riverine Platanus orientalis L. forest in the Oreto Valley, Palermo*. Giorn Bot. Ital. 129 (2): 274.
- Gramuglio G., 1968 – *Rinvenimento del faggio sui Monti Peloritani*. Giorn Bot. Ital., 102 (3): 229-230.
- Gramuglio G., Mondello F., Cammarata L., Pinizzotto V., 2000 – *Segnalazioni Floristiche Italiane: 992*. Inf. Bot. Ital. 32: 59.
- Guarino R., 1998 – *La vegetazione dei monti Peloritani (Sicilia nord-orientale)*. Tesi di dottorato. Catania.
- Maniscalco M., Raimondo F.M., 2003 – *Ecology and optimal and heterotopical distribution of Ilex aquifolium (Aquifoliaceae) in Sicily*. Boccone, 16 (2): 905 – 917.
- Minissale P., Scelsi F., Spampinato G., 1991 – *Val d'Anapo, ambiente di notevole interesse naturalistico della Sicilia sud-orientale*. Giorn Bot. Ital. 125 (3): 436.
- Minissale P., Scelsi F., Spampinato G., 1996 – *Considerazioni sulla flora e vegetazione della Riserva Naturale della Valle dell'Anapo*. Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat. 29 (352): 185-206.

- Pedrotti F., 2005 – *Habitat Foreste alluvionali residue dell'Alnion glutinoso-incanae (91E0)*. In: Ministero dell'ambiente della tutela del territorio, Direzione per la Protezione della Natura, Politecnico di Milano, 2005 - GIS Natura: il GIS delle conoscenze naturalistiche in Italia (DVD).
- Petrella, S., Bulgarini, F., Cerfolli, F., Polito, M., Teofili C., (a cura di), 2005 – *Libro Rosso degli Habitat d'Italia della Rete Natura 2000*. WWF Italia, ONLUS, Roma, 2005.
- Picone R.M., Crisafulli A., Zaccone S., Damino R., 2003 – *The flora of Peloritan District: contribution to the knowledge of endangered entities distribution*. Boccone, 16 (2): 831-838.
- Raimondo F.M., Gianguzzi L., Iardi V., 1992 – *Inventario delle specie "a rischio" nella flora vascolare nativa della Sicilia*. Quad. Bot. Ambientale Appl. 3: 65-132.
- Ronsisvalle G.A., Signorello P., 1977 – *Interesse naturalistico e fitosociologico delle faggete del Bosco di Malabotta (Montalbano Elicona - Monti Peloritani)*. Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat. Catania (4) 13 (1-2): 62-71.
- Schicchi R., 2003 – *Materiali per la redazione di una carta tematica delle emergenze vegetali del Parco dei Nebrodi*. Naturalista Sicil. S.4, 28 (1-2): 3-11.
- Taffetani F., 2005 – *Habitat foreste dei valloni del Tilio-Acerion (9180)*. In: Ministero dell'ambiente della tutela del territorio, Direzione per la Protezione della Natura, Politecnico di Milano, 2005 - GIS Natura: il GIS delle conoscenze naturalistiche in Italia (DVD).
- Ubaldi D., Canotti A.L., Puppi G., Speranza M., Corbetta F., 1990 – *Sintassonomia dei boschi caducifogli mesofili dell'Italia peninsulare*. Not. Fitosoc., 23: 31-62.

CONSERVAZIONE DEI CONSORZI DI ONTANO NERO DEI MONTI DEL GENNARGENTU (SARDEGNA)

(*) *Ente Foreste della Sardegna, Cagliari*

(**) *Dipartimento di Scienze e Tecnologie Ambientali Forestali, Università degli Studi di Firenze*

In Sardegna, con formazioni riparie, l'ontano nero, *Alnus glutinosa* (L.) Gaertner, vegeta alla confluenza dei fiumi e, lungo gli stessi, dal mare fino alle testate sui rilievi montuosi. Nel complesso dei Monti del Gennargentu (Sardegna centrale) queste formazioni costituiscono, insieme ai boschi vetusti di roverella, gli ultimi relitti di una vegetazione forestale un tempo assai più estesa, oggi fortemente ridotta e minacciata. Attraverso l'impiego di metodi *GIS* ed analisi cartografiche multitemporali viene analizzato il dinamismo di queste formazioni negli ultimi 30 anni. Rilievi demografici e dendrometrici all'interno di *transect* hanno consentito l'analisi della distribuzione spaziale orizzontale, dell'ampiezza e della distribuzione verticale delle chiome, nonché, con l'applicazione di un sistema di indici basato sulle relazioni tra soggetti vicini, mediante utilizzo del software *NBSI (Neighbourhood Based Structural Indices)* v.1.0., dei rapporti nello spazio orizzontale (indici *UAI* e *DIST*) e di dominanza dimensionale (indice *DBHDM*) che hanno fornito utili indicazioni sulla caratterizzazione della diversità strutturale e sulle tendenze gestionali.

Parole chiave: conservazione, *Alnus glutinosa*, foresta riparia, indici strutturali, Gennargentu-Sardegna.

Key words: conservation, *Alnus glutinosa*, riparian forest, structural indices, Gennargentu-Sardinia.

Mots clés: conservation, *Alnus glutinosa*, forêt riveraine, index structurels, Gennargentu-Sardaigne.

1. PREMESSA

La conservazione della biodiversità intraspecifica riveste notevole importanza nel caso di specie a grande areale che, essendo state oggetto, nella loro storia evolutiva, di forti pressioni selettive, possono dimostrare strategie di adattamento capaci di consentire il superamento di impatti negativi non perfettamente noti, ma sempre possibili in futuro. In questi casi il valore di popolazioni isolate o marginali distinte per la presenza di particolari *gene-pool* devono ricevere particolare attenzione di conservazione (Giannini e Raddi, 1998). E' il caso dell'ontano nero, *Alnus glutinosa* (L.) Gaertner, il cui areale interessa tutta Europa, da Ovest in Portogallo ad Est in Crimea, spingendosi a Nord oltre il 65° di latitudine in Scandinavia e a Sud fino alle regioni del Bacino del Mediterraneo tra cui le grandi isole (Pignatti, 1982; Schwarz, 1993; Gellini e Grossoni, 1997). In Sardegna, con formazioni pure e miste (Schmid, 1946; Camarda e Valsecchi, 1997), estese quasi 3000 ettari (INFC, 2005), l'ontano nero vegeta alla confluenza dei fiumi e, lungo gli stessi, dal mare, nel climax delle foreste miste di sclerofille sempreverdi, fino alle testate sui rilievi montuosi più alti, nel climax degli arbusti montani prostrati (Arrigoni, 1968 & 1988). Nei Monti del Gennargentu (Sardegna centrale) questa specie forma, insieme ai boschi vetusti di roverella, gli ultimi relitti di una vegetazione forestale che un tempo doveva essere assai più estesa e che oggi, nel complesso risulta fortemente ridotta e minacciata (Citterio *et al.*, 2007). Per questi motivi con il presente lavoro si è voluto analizzare il dinamismo spazio/tempo di questi consorzi forestali nella porzione più elevata dei Monti del Gennargentu, procedendo secondo un approccio multitemporale che ha previsto l'utilizzo di dati telerilevati in momenti successivi. Attraverso la realizzazione di *transect* sono state inoltre individuate le principali caratteristiche strutturali dei boschi oggetto di indagine e analizzati i rap-

porti spaziali e di dominanza dimensionale tra i singoli alberi, applicando un sistema di indici basato sulle relazioni tra soggetti vicini, al fine di trarre indicazioni utili per una corretta gestione conservativa della biodiversità e più in generale del valore ambientale e paesaggistico del principale complesso montuoso della Sardegna.

2. MATERIALI E METODI

2.1 Area di studio

L'area oggetto di studio è rappresentata dalla porzione più elevata dei Monti del Gennargentu che si estende su oltre 10000 ha a partire dall'isoipsa di 1200 m s.l.m. (comprendente le massime quote dell'isola: Punta Lamarmora, 1834 m s.l.m. e Bruncu Spina, 1829 m s.l.m.). Il paesaggio geologico è dominato in prevalenza da rocce metamorfiche paleozoiche determinate dall'orogenesi ercinica ed in particolare da scisti quarzoso-sericitici o filladico-quarzitici (Porcu, 1982) che generano suoli in genere superficiali rientranti tra i *Lithic*, *Dystric* e *Typic Xerorthents* (Aru *et al.*, 1991). Dal punto di vista climatico l'area può essere inquadrata nell'ambito del clima mediterraneo freddo (Giacobbe, 1958; Pinna, 1954; Arrigoni, 1968 e 1988). La specificità ambientale ed i caratteri del clima consentono nell'area la sopravvivenza di resti di una flora montana di origine terziaria, che la Sardegna doveva ancora ospitare su più vaste superfici in epoca glaciale, rappresentati da *Quercus pubescens* Willd., *Taxus baccata* L., *Ilex aquifolium* L., *Populus tremula* L., e altre entità non xerotermitiche come *Ribes sandalioticum* Arrig., *Helleborus argutifolius* Viv., *Paeonia mascula* (L.) Miller ssp. *Russii* (Biv.) Cullen et Heywood, *Rhamnus alpina* L., *Digitalis purpurea* L., *Gentiana lutea* L., *Daphne oleoides* Schreber, *Scrophularia umbrosa* Dumort., *Ranunculus platanifolius* L. (Arrigoni, 1988). Il paesaggio forestale odierno del Gennargentu è molto diverso da quello che esisteva in pas-

sato quando doveva essere rivestito da boschi almeno fino alle quote di 1600-1700 m s.l.m. e non è escluso che consistenti nuclei forestali fossero presenti fin presso le zone di cresta. Oggi a quote superiori i 1200 m s.l.m. si ritrovano solamente boschi relitti di roverella e, lungo le sponde dei torrenti, consorzi ripari dominati da ontano nero (Citterio *et al.*, 2007) riferibili all'associazione riparia *Glechoma-Alnetum glutinosae* Arrig., con *Epilobium lanceolatum* Seb. et Mauri, *Glechoma sarda* (Beg.) Beg., *Polystichum setiferum* (Forsskal) Woyner, *Carex microcarpa* Bertol. ex Moris, *Hypericum hircinum* L. (Arrigoni, 1988), rientrante nella serie dinamica denominata geosigmeto sardo-corso, edafoigrofilo, calcifugo e oligotrofico, rappresentata, nello stadio maturo, da micro-mesoboschi edafoigrofilo caducifogli in forma di foreste a galleria, di recente comprese tra le aree naturali e sub-naturali regionali protette come beni paesaggistici (Regione Sardegna, 2007).

2.2 Analisi cartografiche multitemporali, tipologiche e strutturali dei popolamenti

Lo studio del dinamismo è avvenuto secondo un approccio multitemporale (Citterio *et al.*, 2007) che ha previsto l'utilizzo di dati telerilevati in momenti successivi impiegando a tale scopo foto aeree ERSAT del 1977, georiferite utilizzando come base di riferimento la Carta Tecnica Regionale, ortofoto digitali AIMA del 1997 e copertura satellitare IKONOS 2005. Attraverso fotointerpretazione a video, con applicativo GIS, delle immagini telerilevate del 1977, 1997 e 2005, si è proceduto a delineare, per poligoni omogenei (Carfagna e Gallego, 1999; Citterio *et al.*, 2007; Seda, 2007), la distribuzione dei boschi ripari di ontano nero rilevata rispettando i requisiti minimi della definizione di bosco contenuta nel D.L.vo 227/2001 (De Natale *et al.*, 2003), pari a 0,2 ha di superficie, 20 m di larghezza media e 20 % di copertura. Ciò ha consentito la redazione di apposita cartografia in scala 1:10000 alle date 1977, 1997 e 2005. Attraverso la sovrapposizione delle suddette carte è stato possibile pervenire alla redazione di una carta riepilogativa delle informazioni sulle variazioni di superficie e di copertura nell'intervallo di tempo considerato. Mediante la localizzazione a terra, con GPS, di dodici *transect*, ciascuno di 1000 m² di ampiezza (20x50 m), sempre comprendente tutta la sezione alveale (Baronti *et al.*, 2007), sono stati eseguiti rilievi demografici e dendrometrici i cui dati hanno consentito l'analisi della distribuzione spaziale orizzontale, dell'ampiezza e della distribuzione verticale delle chiome, nonché, con l'applicazione di un sistema di indici basato sulle relazioni tra soggetti vicini in modalità *reference tree* (rispetto ad un dato albero o ceppaia di riferimento), mediante utilizzo del software *NBSI (Neighbourhood Based Structural Indices)* v.1.0. (Calvani *et al.*, 2005), dei rapporti nello spazio orizzontale tra alberi e ceppaie (indici *UAI* e *DIST*) e di dominanza dimensionale (indice *DBHDM*) tra tutti i fusti censiti (Lamonaca e Corona, 2007).

3. RISULTATI

Lo studio cartografico multitemporale ha posto in evidenza che dal 1977 al 2005 la superficie dei boschi ripari di ontano nero ha avuto un incremento (43 ha), passando da 135 ha nel 1977 a 178 ha nel 2005, pari a circa il 32 % del totale dall'inizio del periodo monitorato (Figura 1 e Tabella 1), an-

corchè in modo non uniforme nei diversi territori comunali interessati, risultando infatti praticamente nullo nel Comune di Fonni e, viceversa, cospicuo nel Comune di Villagrande dove, dall'inizio del periodo monitorato, ha superato il 50 %. In termini di copertura percentuale sulla superficie di indagine quest'ultimo indice, pur passando da 1,34 % a 1,77 %, resta comunque basso confermando la distribuzione localizzata e ristretta di questi boschi. In Tabella 2 sono riportati i principali risultati relativi ai rilievi demografici e dendrometrici. In generale i popolamenti sono caratterizzati da una densità assai variabile. Prevalgono valori medi di 900 fusti ad ettaro, di cui oltre il 50 % di origine agamica, 34 cm di diametro medio, 90 m² ha⁻¹ di area basimetrica e 13 m di altezza media. Le differenze più elevate si riscontrano tra i popolamenti di Arzana e Fonni con densità intorno ai 700 fusti ad ettaro e valori di area basimetrica da 50 a 60 m² ha⁻¹ ed i popolamenti di Desulo e Villagrande che presentano valori maggiori di densità (oltre 1000 fusti ad ettaro) e di area basimetrica (105-140 m² ha⁻¹) anche per la presenza di individui di più grosse dimensioni. In Figura 2 sono documentati i grafici delle distribuzioni del numero di fusti per classi diametriche e come evidenziato anche in Figura 3 si distinguono popolamenti di tipo A, tendenzialmente monoplani con struttura tipica di cedui invecchiati (a Desulo e Fonni), e popolamenti di tipo B, caratterizzati da strutture articolate e variabili (ad Arzana e Villagrande). Tra gli indici strutturali considerati (Tabella 3), i valori dell'indice *UAI* (quasi tutti intorno a 0,5) segnalano distribuzioni spaziali di alberi e ceppaie di tipo casuale, sebbene con differenze significative tra comuni, in particolare tra Arzana (0,393) e Fonni (0,575), ed anche all'interno di questi. La distanza dai primi alberi o ceppaie vicini varia, considerando tutti i *transect*, tra 1,4 m (a Desulo) e 3,6 m (ad Arzana), con valori più frequenti prossimi a 2 m. I valori dell'indice *DBHDM* (sempre compresi tra 0 e 1) non evidenziano un'accentuata dominanza dimensionale solo ad Arzana (tra 0,286 e 0,333), viceversa rilevata a Desulo e soprattutto a Fonni (0,688).

4. DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Con il presente lavoro si è voluto esaminare il dinamismo dei consorzi di ontano nero dei Monti del Gennargentu (Sardegna) negli ultimi 30 anni. Lo studio ha evidenziato, innanzitutto, un incremento dell'estensione di questi boschi rivelatosi peraltro diverso tra i singoli comuni. Come già verificato da Citterio *et al.* (2007) per i boschi di roverella, ciò può essere messo in relazione con le variazioni dell'attività antropica nell'intervallo di tempo considerato. I rilievi hanno mostrato situazioni strutturali eterogenee sottolineate da distribuzioni diametriche e indici spaziali differenti. Ciò nonostante è stato possibile individuare due distinte tipologie di popolamenti: popolamenti con struttura tipica di cedui invecchiati e popolamenti a struttura articolata e variabile, con presenza sia di piante giovani che di maggiore età. Nelle condizioni esaminate tali tipologie possono considerarsi unità colturali di riferimento in un'ottica gestionale che, previa attenta valutazione dei possibili interventi, con particolare riguardo per quelli lungo le sponde dei torrenti (Andrich, 2008; Baronti *et al.*, 2007), agevoli l'evoluzione verso strutture complesse (Ciancio, 1999). Il fatto che questi straordinari ecosistemi siano stati recentemente compresi tra le aree naturali

e sub-naturali regionali protette come beni paesaggistici (Regione Sardegna, 2007) deve far riflettere sull'importanza di adottare strategie di gestione che favoriscano innanzitutto la conservazione della dinamica strutturale, prevedendo in particolare la pianificazione di interventi finalizzati alla conservazione della biodiversità ed alla protezione ambientale

(Giannini e Susmel, 2006). Considerato che la sostenibilità a lungo termine risulta strettamente correlata sia ai processi evolutivi che a quelli demografici, notevole importanza dovrebbe avere anche l'integrazione delle informazioni eco-strutturali con quelle genetiche (Citterio *et al.*, 2007).

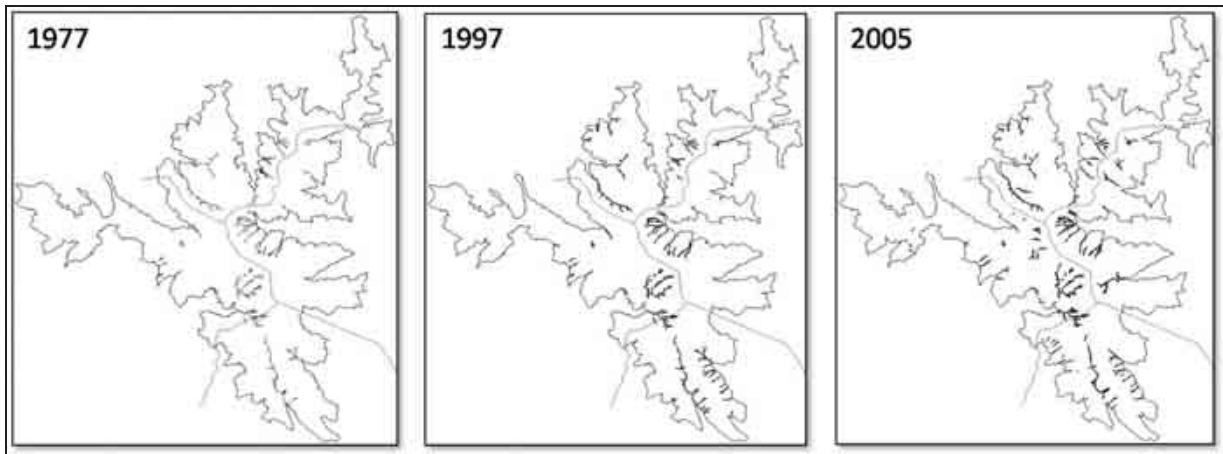


Figura 1. Dinamismo spazio/tempo dei boschi di ontano nero negli anni 1977-2005.
 Figure 1. Space/time succession of European alder during 1977-2005 years.
 Figure 1. Dinamisme espace/temps des bois d'aulne noir dans les années 1977-2005.

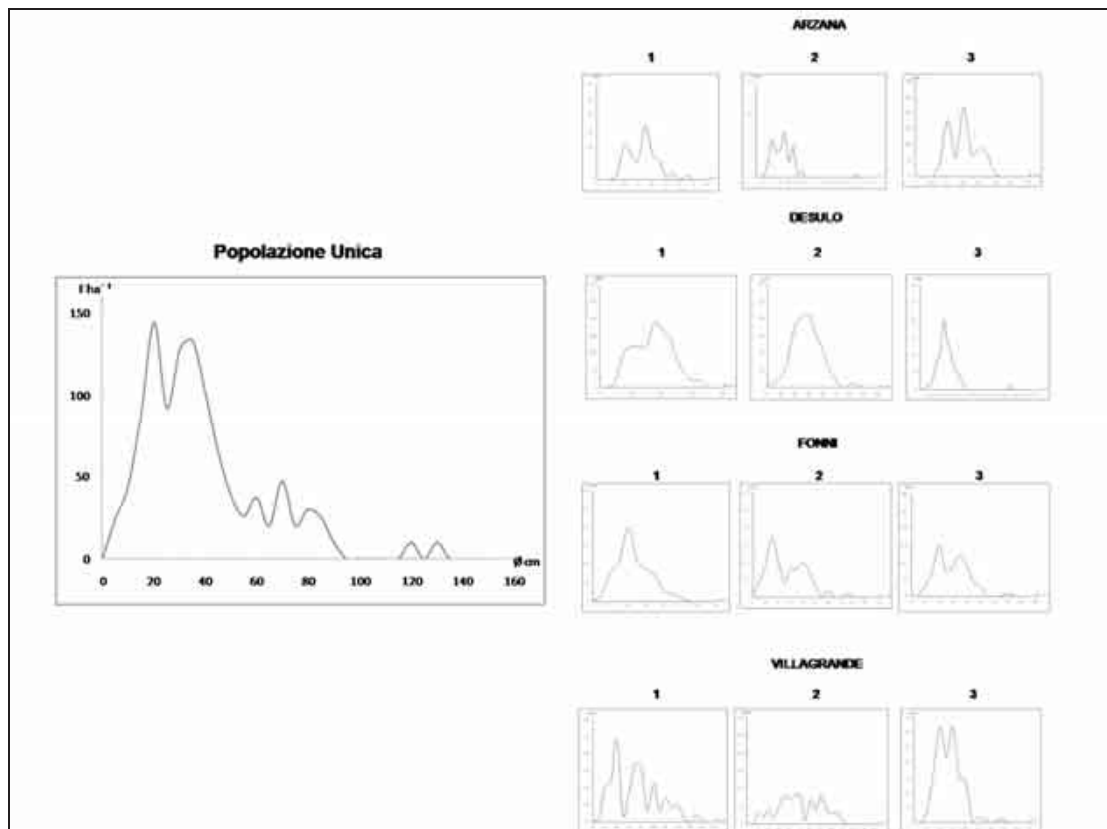


Figura 2. Distribuzione del numero dei fusti per classi diametriche.
 Figure 2. Dbh distribution.
 Figure 2. Distribution du nombre de tiges par classe du diameter.

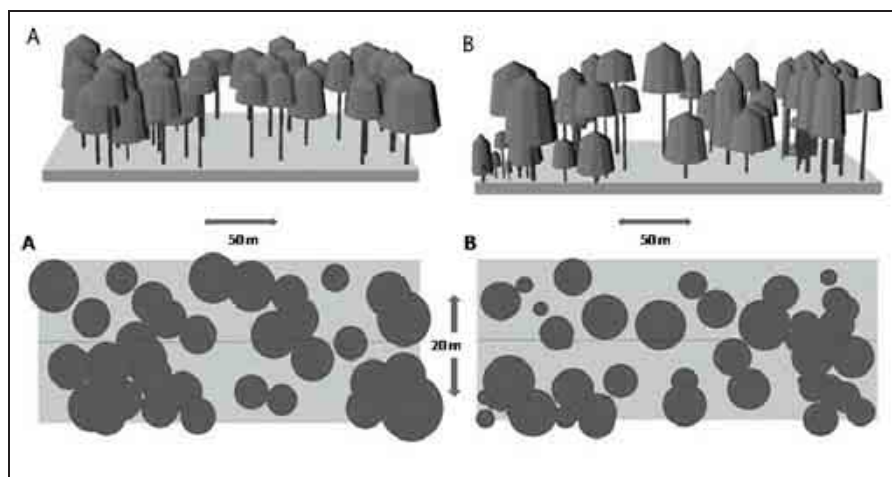


Figura 3. Sezioni orizzontali e profili verticali dei popolamenti.
 Figure 3. Spatial relationships of the stands.
 Figure 3. Sections horizontals et profils verticaux des populations.

Anno	Comuni				
	Fonni	Desulo	Villagrande	Arzana	Totale
1977	38,7 Ha	35,4 Ha	32,2 Ha	28,7 Ha	135 Ha
1997	37,3 Ha	39,5 Ha	33 Ha	40,2 Ha	150 Ha
2005	38,5 Ha	47,9 Ha	50,2 Ha	41,4 Ha	178 Ha

Tabella 1. Superfici dei boschi di ontano nero.
 Table 1. European alder stands surfaces.
 Tableau 1. Surfaces des bois d'aulne noir.

Comuni (popolamenti)	Diametro medio (cm)	Numero ceppaie ($N\ ha^{-1}$)	Numero fusti ($N\ ha^{-1}$)	Area basimetrica ($m^2\ ha^{-1}$)	Altezza media (m)
Arzana	33	170	680	60,89	12
Desulo	35	240	1030	105,27	13
Fonni	28,5	183	760	51,16	11
Villagrande	40,5	313	1157	141,12	15
Medie generali	34	227	907	89,61	13

Tabella 2. Principali risultati dei rilievi demografici e dendrometrici nei popolamenti considerati.
 Table 2. Average values of field parameters in the stands.
 Tableau 2. Principales resultants démographiques e dendrométriques dans les populations considérés.

N.	Transect Comune	UAI *		DIST **		DBHDM ***	
		Valori medi	CV %	Valori medi	CV %	Valori medi	CV %
1	Arzana	0,393	50	3,651	40	0,286	127
2	Arzana	0,396	32,5	2,485	24	0,333	115
3	Arzana	0,531	30	2,507	32,5	0,313	140
1	Desulo	0,429	32,5	1,469	67,5	0,441	80
2	Desulo	0,568	28,5	2,297	36,5	0,409	74
3	Desulo	0,510	35,5	1,968	37	0,413	78,5
1	Fonni	0,438	28,5	2,502	46	0,688	46
2	Fonni	0,575	29,5	1,942	52,5	0,475	87,5
3	Fonni	0,500	41	2,118	6,5	0,563	91,5
1	Villagrande	0,448	54,5	1,630	80	0,396	96,5
2	Villagrande	0,500	38	2,765	45	0,469	87,5
3	Villagrande	0,508	40	1,605	58,5	0,408	84,5

* Indice di distribuzione spaziale (Uniform Angle Index) $UAI\ i = \frac{1}{4} \sum Z_j$
 ** Distanza (in m) dai primi alberi o ceppaie vicini (DIST) $DIST\ i = \min |Z_j|$
 *** Indice di dominanza diametrica (DBH Dominance Modified) $DBHDM\ i = \frac{1}{4} \sum Z_j$

Tabella 3. Valori degli indici strutturali UAI, DBHDM e DIST.
 Table 3. Data of structural indices (UAI, DBHDM and DIST).
 Tableau 3. Valeurs des index structurels UAI, DBHDM e DIST.

SUMMARY

EUROPEAN ALDER STANDS CONSERVATION AT THE GENNARGENTU MOUNTAINS (SARDINIA)

The recent human impact has determined a strongly alteration of the forest on the Gennargentu mountains in Sardinia. At the present, in this area the European alder, *Alnus glutinosa* (L.) Gaertner, riparian forest can be considered a relic ancient forest. In this study, the space/time succession of stands were analyzed in 1977-2005 years by GIS software and by multitemporal cartographic analyses. Some data about the stand structure and to quantify some aspects of the structural diversity of the European alder riparian forest are also reported. We analyzed the spatial relationships and the size dominance among single trees, by applying a set of neighbourhood-based indices (UAI, DBHDM, DIST). In the examined conditions, these indices are an effective support tool of the stand structure and to describe the successional phases of the stands.

RÉSUMÉ

CONSERVATION DES BOIS D'AULNE NOIRE DES MONTAGNES DU GENNARGENTU (SARDAIGNE)

En Sardaigne, avec des formations riveraines, l'aulne noir, *Alnus glutinosa* (L.) Gaertner, vegete à la confluence des fleuves et, à leurs bords, du mer jusqu'aux sommets des reliefs montueux. Dans le complexe des montagnes du Gennargentu (Sardaigne central) ces formations constituent, ensemble avec les anciens bois du chêne pubescent, les dernières épaves d'une végétation forestière un temps beaucoup plus étendue, aujourd'hui fortement réduite et menacée. Avec l'utilisation des méthodes GIS et les analyses cartographiques multitemporels s'analyse le dynamisme espace/temps ces formations dans les dernières 30 (trente) ans. Des reliefs démographiques et dendrométriques all'intérieur du transect ont permis l'analyse de la distribution spatiale horizontale, de la largeur et de la distribution verticale des chevelures, ainsi que, avec l'application d'un système d'index fondé sur les rapports parmi des sujets proches, à travers l'usage du *software NBSI* (*Neighbourhood Based Structural Indices*) v.1.0., des rapports dans l'espace horizontal (index UAI et DIST) et de dominance dimensionnelle (index DBHDM) qu'ils ont fourni des indications utiles pour la caractérisation de la différence structurelle et par conséquent aux buts directoriaux.

BIBLIOGRAFIA

- Andrich A., 2008 – *La gestione della vegetazione ripariale nei torrenti montani*. Alberi e Territorio, 3: 18-22.
- Arrigoni P.V., 1968 – *Fitoclimatologia della Sardegna*. Webbia, 23: 1-100.
- Arrigoni P.V., 1988 – *Area culminale del Gennargentu*. In: "Biotopi di Sardegna". Delfino editore, Sassari, p. 267-286.
- Aru A., Baldaccini P., Vacca A., 1991 – *Carta dei suoli della Sardegna*. Regione Autonoma della Sardegna.
- Baronti F., Bianchi L., Calamini G., Guarnieri A., Maltoni A., Paci M., Preti F., Salbitano F., Tani A., 2007 – *Biomassa e gestione della vegetazione di sponda: il caso del torrente Ripopolo (LI)*. L'Italia Forestale e Montana, 5-6: 355-368.
- Calvani P., Corona P., Lamonaca A., 2005 – *Quantificazione della diversità strutturale in soprassuoli forestali*. EM Linea Ecologica, 5: 6-9.
- Carfagna E., Gallego F.J., 1999 – *Thematic maps and statistics*. In: "Land cover and land use information systems for European Union policy needs". Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, p. 219-228.
- Ciancio O., 1999 – *I moduli culturali nella gestione dei boschi*. In: "Nuove frontiere nella gestione forestale". A cura di Ciancio O., Acc. It. Sci. For., Firenze, p.15-28.
- Citterio G., Puxeddu M., Giannini R., 2007 – *La foresta relitta di roverella dei Monti del Gennargentu, Sardegna*. Forest@, 4 (1):11-18 [online] URL:<http://www.sisef.it/>.
- De Natale F., Gasparini P., Puzzolo V., Tosi V., 2003 – *Stima del grado di copertura forestale da ortofoto e applicazione della definizione di bosco negli inventari forestali*. L'Italia Forestale e Montana, 4: 289-300.
- Desole L., 1966 – *Distribuzione geografica dell' Ilex aquifolium L. e del Taxus baccata L. in Sardegna*. Bull. Ist. Bot. Univ. Sassari, 7: 3-67.
- Gellini R., Grossoni P., 1997 – *Botanica Forestale*. Vol. II: 5-200. CLUSF, Firenze.
- Giacobbe A., 1958 – *Ricerche ecologiche sull'aridità nei paesi del Mediterraneo occidentale*. Webbia, 14: 81-159.
- Giacomini V., 1968 – *Le paysage végétal de la Sardaigne septentrionale*. Vegetatio, 15: 213-222.
- Giannini R., Raddi P., 1998 – *Genetica e conservazione di piante forestali relitte e minacciate*. Atti del 4° Convegno Nazionale "Biodiversità. Germoplasma locale e sua valorizzazione". Alghero, 8-11 Settembre 1998, p.159-169.
- Giannini R., Susmel L., 2006 – *Foreste, boschi, arboricoltura da legno*. Forest@, 3 (4):464-487 [online] URL:<http://www.sisef.it/>.
- INFC, 2005 – *Inventario Nazionale delle Foreste e dei serbatoi forestali di Carbonio*. Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali, Ispettorato Generale - Corpo Forestale dello Stato. CRA - Istituto per l'Assessment Forestale e per l'Alpicoltura.
- Lamonaca A., Corona P., 2007 – *Analisi multilivello della diversità strutturale di una faggeta con caratteri di vetustà*. L'Italia Forestale e Montana, 3: 177-194.
- Pignatti S., 1982 – *Flora d'Italia*. Vol. I. Edagricole, Bologna.
- Pinna M., 1954 – *Il clima della Sardegna*. Libreria Goliardica, Pisa.
- Porcu A., 1982 – *Idrogeologia del Gennargentu*. Bollettino Società Sarda Scienze Naturali, 21: 103-122.
- Regione Sardegna, 2007 – *Piano Forestale Ambientale Regionale*. Relazione generale (All. II).
- Schmid E., 1946 – *Flora und Vegetation der Gebirge Sardiens*. In: *Das Pflanzenkleid der Mittelmeerlander*, a cura di Rikli M., p. 556-571.
- Sedda L., 2007 – *Analisi delle dinamiche delle coperture del suolo in alcuni sistemi agroforestali della Provincia di Nuoro. Il caso delle sugherete*. In "Sugherete e filiera del sughero in Provincia di Nuoro". A cura di Poddine A. e Sedda L., Univ. Sassari, p. 77-91.
- Tutin T.G., Heywood V.H., Burges N.A., Moore D.N., Valentine D.H., Walters S.M., Webb D.A., 1964-1980 – *Flora Europaea*. Vol.1-5. Univ. Press. Cambridge.

PIANTE INDIGENE E LORO IMPIEGO NEL RECUPERO DELLA BIODIVERSITÀ DEI SISTEMI FORESTALI SICILIANI

(*) *Dipartimento di Scienze Botaniche, Università degli Studi di Palermo*

Sulla base dei dati di letteratura e di osservazioni in campo, gli autori analizzano la componente legnosa indigena della flora siciliana (fanerofite e nano-fanerofite) utile per interventi di recupero e restauro ambientale. Si tratta di 173 taxa, specifici e infraspecifici, afferenti a 72 generi di 34 famiglie, tra le quali sono particolarmente rappresentate *Rosaceae* (47), *Fagaceae* (18), *Fabaceae* (15) e *Salicaceae* (12).

Per ogni taxon vengono evidenziati dati concernenti la natura del substrato e la fascia vegetazionale di pertinenza. Viene fornita, inoltre, una valutazione complessiva sulla potenzialità d'impiego in funzione della rispettiva plasticità ecologica.

Parole chiave: piante indigene, recupero ambientale, Sicilia.

Key words: native plants, environmental restoration, Sicily.

Mots clés: plantes indigènes, restauration environnementale, Sicile.

INTRODUZIONE

Nell'ambito della selvicoltura naturalistica e dei lavori di recupero ambientale, risultano di particolare interesse i lembi forestali e/o preforestali che si rinvergono in prossimità delle aree d'intervento. Questi, studiati dal punto di vista floristico e fitocenotico, possono essere utilizzati come fonte di materiale biologico autoctono e modelli di riferimento per interventi funzionali al recupero della biodiversità locale. In Sicilia, tuttavia, risulta ancora carente il settore vivaistico diretto alla produzione di questo materiale, anche a causa di una scarsa disponibilità di dati biologici e sulle tecniche di riproduzione delle entità della flora indigena di potenziale impiego. La pianificazione di attività finalizzate alla riqualificazione, al ripristino o al recupero ambientale comporta, quindi, la risoluzione di problemi selvicolturali che richiedono, a loro volta, competenze specifiche inerenti anche alla scelta delle cosiddette "essenze forestali native" da impiegare nei vari settori del territorio siciliano che, com'è noto, si presenta piuttosto diversificato sotto i vari profili geo-litologico, pedologico, bioclimatico, floristico-vegetazionale, ecc.

In questo contesto si inserisce il presente studio che prende in considerazione la componente legnosa indigena della flora siciliana (fanerofite e nano-fanerofite) tipica delle formazioni forestali. Particolare rilievo viene riservato alla componente arbustiva nel cui ambito vengono annoverati diversi taxa, molti dei quali costituiscono vere e proprie specie preparatorie per la notevole capacità costruttiva esplicita nel ripristino e nella diversificazione della vegetazione, specialmente nelle aree più "difficili". Molte di queste specie, in natura, caratterizzano espressioni fitocenotiche insediate in contiguità alle formazioni boschive, delimitandole dalle praterie steppiche o dai coltivi. Gli arbusteti svolgono un ruolo ecotonale di rilievo nella fase di avanzamento del bosco, proteggendo le essenze arboree nel loro primo periodo di crescita. Nel processo dinamico della vegetazione, questi fruticeti rappresentano, pertanto, degli stadi di recupero verso cenosi strutturalmente più complesse (Delelis-Dusollier, 1985; Biondi *et al.*, 1988; Bouzille e De Foucault, 1988).

MATERIALI E METODO DI STUDIO

Per il censimento delle specie legnose native, ritenute utili ai fini dello studio in oggetto, si è fatto riferimento ai numerosi contributi scientifici sulla flora e sulla vegetazione siciliana e, in particolare, alla sintesi di Giardina *et al.* (2007) alla quale ci si è riferiti anche per la nomenclatura.

Nella Tab. 1, sono elencati i taxa specifici ed infraspecifici della flora legnosa indigena della Sicilia fra i quali figurano, anche, pochi casi di dubbio indigenato. A ognuno, alla corrispondente forma biologica, alla pertinente fascia vegetazionale – entrambe definite secondo Pignatti (1979; 1982) (cfr. Tab. 3) – e al tipo di substrato (Tab. 2.), viene attribuito un indice di potenzialità di impiego, definito in base alla valutazione degli autori della capacità di attecchimento, della vigoria espressa nelle corrispondenti fasce vegetazionali e nei substrati di riferimento, nonché all'areale ed alla distribuzione nel territorio. Al riguardo, il contingente floristico selezionato è stato ripartito in tre categorie: 1) taxa a potenzialità bassa; 2) taxa a potenzialità media; 3) taxa a potenzialità alta.

ANALISI DEI DATI

La componente della flora legnosa considerata consta di 173 entità di cui 82 sono alberi (P scap), 87 arbusti (P caesp e NP) e 4 liane (P lian). Dal punto di vista biogeografico la maggior parte di esse afferisce al contingente mediterraneo, nel cui ambito è rilevante l'incidenza dei taxa endemici (15).

Sono rappresentate complessivamente 34 famiglie fra le quali *Rosaceae* (47 taxa), *Fagaceae* (18), *Fabaceae* (15) e *Salicaceae* (12) emergono per ricchezza di taxa. La maggior parte di essi (102) si riscontra in due o più tipi di substrato (Tab. 2) – soprattutto su quelli calcareo-marnosi e silico-arenacei – dimostrando, in tal modo, una plasticità più elevata sotto l'aspetto pedologico. Per quanto riguarda le entità esclusive, 25 taxa si riscontrano su substrati di natura calcareo-marnosa, 28 su substrati silico-arenacei, 7 su suoli lavici e 4 sulle sabbie litoranee.

Le fasce di vegetazione mediterranea-arida e mediterranea-

nea-temperata sono quelle che annoverano un maggior numero di taxa (163); le fasce sannitica/colchica e subatlantica sono anch'esse ricche, mentre è molto ridotta la presenza nelle fasce estreme (alofitica e irano-nevadense) (Tab. 3).

L'esame della Tab. 4 evidenzia che delle 173 entità prese in rassegna, quelle a potenzialità bassa sono 30, quelle a potenzialità media sono 61 e quelle a potenzialità alta sono 82.

CONCLUSIONI

Le moderne concezioni riguardanti interventi di pianificazione e gestione ambientale prevedono nei lavori di recupero e riqualificazione, come il rimboschimento e il miglioramento dei boschi esistenti, il ricorso a specie autoctone, adattate alle condizioni pedoclimatiche locali e, quindi, più idonee alla colonizzazione di ambienti anche di nuova

formazione. Il presente studio, fornendo l'elenco delle specie autoctone siciliane con l'indicazione dei pertinenti substrati, fasce altimetriche e potenzialità d'impiego, offre un contributo alla programmazione degli interventi di selvicoltura e di ingegneria di tipo naturalistico in Sicilia e per l'allestimento di specifici vivai di supporto. Tutte le fasce di vegetazione (eccezion fatta per quelle estreme) e tutti i tipi di substrato annoverano un elevato numero di taxa che potrebbero avere proficuo impiego anche in funzione di azioni finalizzate al recupero dell'originaria biodiversità dei sistemi forestali. Ben 79 taxa si sono rivelati di alta potenzialità e 59 di potenzialità media e, pertanto, potrebbero essere usati sia come elementi prevalenti ma anche come complementi di arricchimento del corteggio floristico degli impianti, esaltandone la biodiversità non solo vegetale.

Taxon	Famiglia	Forma biologica	Substrati	Fasce altitudinali	Potenzialità
<i>Abies nebrodensis</i> (Lojac.) Mattei	Pinaceae	P scap	S1-S2	3-4	1
<i>Acer campestre</i> L.	Aceraceae	P scap	C1-S1	2-3	3
<i>Acer monspessulanum</i> L.	Aceraceae	P scap	C1-S1	2-3	3
<i>Acer obtusatum</i> Willd.	Aceraceae	P scap	S1	3	3
<i>Acer platanoides</i> L.	Aceraceae	P scap	L	3-4	2
<i>Acer pseudoplatanus</i> L. var. <i>pseudoplatanus</i>	Aceraceae	P scap	C1-S1	3-4	3
<i>Acer pseudoplatanus</i> var. <i>truncatum</i> (Tineo) Strobl	Aceraceae	P scap	C1	3-4	2
<i>Acer pseudoplatanus</i> var. <i>villosum</i> (C. Presl) Strobl	Aceraceae	P scap	C1	3-4	2
<i>Adenocarpus complicatus</i> (L.) J. Gay subsp. <i>complicatus</i>	Fabaceae	NP	L	3-4	2
<i>Adenocarpus complicatus</i> subsp. <i>commutatus</i> var. <i>bivonii</i> (C. Presl) Zangheri	Fabaceae	NP	S1-S2	2-3	2
<i>Alnus cordata</i> (Loisel.) Duby	Betulaceae	P scap	C1-C2-S1-S2	2-3	3
<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn.	Betulaceae	P scap	C1-C2-S1-S2-L	2-3	3
<i>Amelanchier ovalis</i> subsp. <i>embergeri</i> Favarger & Stearn	Rosaceae	P caesp	C1-C2	3-4	1
<i>Anagyris foetida</i> L.	Fabaceae	P caesp	C1-C2-C3-L	1	3
<i>Arbutus unedo</i> L.	Ericaceae	P caesp	S1-S2	2	3
<i>Betula aetnensis</i> Raf.	Betulaceae	P scap	L	3-4	2
<i>Bupleurum fruticosum</i> L.	Umbelliferae	NP	C2-S1-S2	2-3	3
<i>Calicotome infesta</i> (C. Presl) Guss. subsp. <i>infesta</i>	Fabaceae	NP	C1-C2-S1-S2-L	1-2	3
<i>Calicotome infesta</i> subsp. <i>intermedia</i> (C. Presl) Greuter	Fabaceae	NP	C1-C2-S1-S2	1-2	3
<i>Calicotome villosa</i> (Poir.) Link	Fabaceae	NP	C1-C2-S1-S2-L	1-2	3
<i>Carpinus orientalis</i> Mill.	Corylaceae	P caesp	C1-S1	2	2
<i>Castanea sativa</i> L.	Fagaceae	P scap	S1-S2	2-3	3
<i>Celtis australis</i> L.	Ulmaceae	P scap	C1-C2	1-2	3
<i>Celtis tournefortii</i> subsp. <i>aetnensis</i> (Tornab.) Raimondo & Schicchi	Ulmaceae	P caesp	S1-L	2	2
<i>Celtis tournefortii</i> subsp. <i>asperrima</i> (Lojac.) Raimondo & Schicchi	Ulmaceae	P scap	C1-C2	2-3	2
<i>Ceratonia siliqua</i> L.	Cesalpinoaceae	P scap	C1-C2-S1-S2-L	1	3
<i>Cercis siliquastrum</i> L.	Cesalpinoaceae	P scap	C1	2	2
<i>Chamaerops humilis</i> L.	Palmae	P scap	C1-C2-C3	1	2
<i>Cornus sanguinea</i> L.	Cornaceae	P caesp	C1-S1	2	3
<i>Corylus avellana</i> L.	Corylaceae	P caesp	C1-C2-S1-S2	2	3
<i>Cotoneaster nebrodensis</i> (Guss.) C. Koch	Rosaceae	NP	C2-C3	3-4	2
<i>Crataegus orientalis</i> M. Bieb. subsp. <i>orientalis</i>	Rosaceae	P caesp	C1-C2-S1-S2	3-4	3
<i>Crataegus orientalis</i> subsp. <i>presliana</i> K. I. Chr.	Rosaceae	P caesp	C1-C2-S1-S2	3-4	2
<i>Crataegus azarolus</i> L.	Rosaceae	P caesp	C1-C2-S1-S2	1-2	1
<i>Crataegus laevigata</i> (Poir.) DC.	Rosaceae	P caesp	C1-C2-S1-S2-L	2-3	2
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq. var. <i>monogyna</i>	Rosaceae	P caesp	C1-C2-S1-S2-L	2-3	3
<i>Crataegus monogyna</i> var. <i>lasiocarpa</i> (Lange) K. I. Chr.	Rosaceae	P caesp	C1-C2-S1-S2-L	2-3	2
<i>Cytisus villosus</i> Pourr.	Fabaceae	P caesp	S1	2	3
<i>Emerus major</i> Mill. subsp. <i>major</i>	Fabaceae	NP	C1-C2-C3-S1-S2	1-2	2
<i>Emerus major</i> subsp. <i>emeroides</i> (Boiss. & Spruner) Soldano & Conti	Fabaceae	NP	C1-C2-C3-S1-S2	1-2	2
<i>Erica arborea</i> L.	Ericaceae	NP	S1-S2-L	1-2	3
<i>Erica multiflora</i> L. subsp. <i>multiflora</i>	Ericaceae	NP	C1-C2-C3-L	1-2	3
<i>Euonymus europaeus</i> L.	Celastraceae	P caesp	C1-S1	2-3	2
<i>Fagus sylvatica</i> L.	Fagaceae	P scap	C1-C2-S1-S2-L	4	3
<i>Ficus carica</i> L. var. <i>caprificus</i>	Moraceae	P scap	C1-C2-C3-S1-S2	1-2	2

(Segue)

(Segue Tabella 1)

<i>Fontanesia phillyreoides</i> Labill.	<i>Oleaceae</i>	P caesp	C1-C2	1	2
<i>Fraxinus ornus</i> L.	<i>Oleaceae</i>	P scap	C1-C2-S1-S2-L	2-3	3
<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl	<i>Oleaceae</i>	P scap	C1-C2-S1-S2	2-4	3
<i>Fraxinus excelsior</i> subsp. <i>siciliensis</i> Ilardi & Raimondo	<i>Oleaceae</i>	P scap	S1	3	2
<i>Genista aetnensis</i> (Guss.) DC.	<i>Fabaceae</i>	P caesp	L	2-4	3
<i>Genista aspalathoides</i> Lam. var. <i>aspalathoides</i>	<i>Fabaceae</i>	NP	C1-C2-S1-S2-L	1-2	2
<i>Genista aspalathoides</i> var. <i>gussonei</i> Sommier	<i>Fabaceae</i>	NP	L	1-2	2
<i>Genista madoniensis</i> Raimondo	<i>Fabaceae</i>	NP	S1-S2	2	2
<i>Ilex aquifolium</i> L.	<i>Aquifoliaceae</i>	P scap	C1-C2-S1-S2	3-4	3
<i>Juniperus communis</i> subsp. <i>hemisphaerica</i> (J. & C. Presl) Arcang.	<i>Cupressaceae</i>	NP	S1-S2-L	4-5	1
<i>Juniperus oxycedrus</i> subsp. <i>macrocarpa</i> (Sm.) Ball	<i>Cupressaceae</i>	P caesp	K	0-1	1
<i>Juniperus turbinata</i> Guss.	<i>Cupressaceae</i>	P caesp	K	0-1	2
<i>Laurus nobilis</i> L.	<i>Lauraceae</i>	P caesp	C1-C2-S1-S2-L	2	2
<i>Ligustrum vulgare</i> L.	<i>Oleaceae</i>	NP	C1-C2-S1-S2-L	3	2
<i>Lonicera etrusca</i> Santi	<i>Caprifoliaceae</i>	P lian	C1-C2-S1-S2-L	2	2
<i>Lonicera implexa</i> Aiton	<i>Caprifoliaceae</i>	P lian	C1-C2-S1-S2-L	2	2
<i>Lonicera xylosteum</i> L.	<i>Caprifoliaceae</i>	P lian	C1-C2-S1-S2	3-4	2
<i>Malus sylvestris</i> Mill.	<i>Rosaceae</i>	P scap	C1-S1	3-4	3
<i>Malus crescimannoii</i> Raimondo	<i>Rosaceae</i>	P scap	S1	3-4	3
<i>Mespilus germanica</i> L.	<i>Rosaceae</i>	P caesp	S1	2	2
<i>Myrtus communis</i> L.	<i>Myrtaceae</i>	P caesp	S1-S2	1	3
<i>Nerium oleander</i> L.	<i>Apocynaceae</i>	P caesp	C1-S1-S3-K	1	3
<i>Olea europaea</i> var. <i>sylvestris</i> Brot.	<i>Oleaceae</i>	P caesp	C1-C2-C3-S1-S2-L	1-2	3
<i>Osyris alba</i> L.	<i>Santalaceae</i>	NP	C1-C2-S1-S2-L	1-2	3
<i>Ostrya carpinifolia</i> Scop.	<i>Corylaceae</i>	P scap	C1-C2-S1-S2-L	2-3	3
<i>Phillyrea latifolia</i> L.	<i>Oleaceae</i>	P caesp	C1-C2-C3-S1-S2-L	1-2	3
<i>Phlomis fruticosa</i> L.	<i>Labiatae</i>	NP	C2-C3	1	3
<i>Pinus halepensis</i> Mill.	<i>Pinaceae</i>	P scap	C1-C2-C3-S1-S2-L	1	3
<i>Pinus nigra</i> subsp. <i>calabrica</i> (Loud.) A. E. Murray	<i>Pinaceae</i>	P scap	L	3-4	3
<i>Pinus pinaster</i> subsp. <i>hamiltonii</i> (Ten.) Huget del Villa	<i>Pinaceae</i>	P scap	S1-S2	1-2	3
<i>Pinus pinea</i> L.	<i>Pinaceae</i>	P scap	S1-S2	1	3
<i>Pistacia lentiscus</i> L.	<i>Anacardiaceae</i>	P caesp	C1-C2-C3-S1-S3-S2-L-K	1-2	3
<i>Pistacia terebinthus</i> L.	<i>Anacardiaceae</i>	P caesp	C1-C2-L	2	3
<i>Platanus orientalis</i> L.	<i>Platanaceae</i>	P scap	C1-C2	2	3
<i>Populus alba</i> L.	<i>Salicaceae</i>	P scap	C1-C2-S1-S2	2-3	3
<i>Populus canescens</i> (Ait.) Sm.	<i>Salicaceae</i>	P scap	C1-S1	2-3	3
<i>Populus nigra</i> L.	<i>Salicaceae</i>	P scap	C1-C2-S1-S2-L	2-3	3
<i>Populus tremula</i> L.	<i>Salicaceae</i>	P scap	L	2-3	1
<i>Prunus cocomilia</i> var. <i>brutia</i> (N. Terracc.) Fiori	<i>Rosaceae</i>	P scap	C1-S1	2-3	1
<i>Prunus mahaleb</i> L.	<i>Rosaceae</i>	P caesp	C1-C2	2-3	2
<i>Prunus spinosa</i> L.	<i>Rosaceae</i>	P caesp	C1-C2-C3-S1-S3-S2-L	1-4	3
<i>Prunus webbii</i> (Spach) Vierh.	<i>Rosaceae</i>	P caesp	C1-C2	2	1
<i>Pyrus spinosa</i> Forssk.	<i>Rosaceae</i>	P scap	C1-C2-C3-S1-S2	2-3	3
<i>Pyrus pyraster</i> (L.) Duroi	<i>Rosaceae</i>	P scap	C1-C2-S1-S2	2-3	2
<i>Pyrus vallis-demonis</i> Raimondo & Schicchi	<i>Rosaceae</i>	P scap	C1-C2	3-4	3
<i>Pyrus castribonensis</i> Raimondo, Schicchi & Mazzola	<i>Rosaceae</i>	P scap	S1-S2	1-2	3
<i>Pyrus sicanorum</i> Raimondo, Schicchi & Marino	<i>Rosaceae</i>	P scap	S1-S2	2	2
<i>Quercus amplifolia</i> Guss.	<i>Fagaceae</i>	P scap	C1-S1	2-3	3
<i>Quercus ×bivonana</i> Guss.	<i>Fagaceae</i>	P scap	S1-S2-L	2	1
<i>Quercus calliprinos</i> Webb	<i>Fagaceae</i>	P scap	C1-C2-C3	1-2	3
<i>Quercus cerris</i> L.	<i>Fagaceae</i>	P scap	S1	3	3
<i>Quercus congesta</i> C. Presl	<i>Fagaceae</i>	P scap	C1-S1	3	3
<i>Quercus crenata</i> Lam.	<i>Fagaceae</i>	P scap	S1	2	1
<i>Quercus dalechampii</i> (Ten.) Ten.	<i>Fagaceae</i>	P scap	C1-S1	2-3	2
<i>Quercus ×fontanesii</i> Guss.	<i>Fagaceae</i>	P scap	S1	2	1
<i>Quercus cerris</i> var. <i>gussonei</i> Borzi	<i>Fagaceae</i>	P scap	S1	2	3
<i>Quercus ilex</i> L.	<i>Fagaceae</i>	P scap	C1-C2-C3-S1-S2-S2-L	2-3	3
<i>Quercus leptobalanos</i> Guss.	<i>Fagaceae</i>	P scap	S1	2-3	1
<i>Quercus petraea</i> subsp. <i>austrohyrrenica</i> Brullo, R. Guarino & Siracusa	<i>Fagaceae</i>	P scap	S1-S2	3	3
<i>Quercus suber</i> L.	<i>Fagaceae</i>	P scap	S1-S2	2	3
<i>Quercus virgiliana</i> (Ten.) Ten.	<i>Fagaceae</i>	P scap	C1-S1-L	2	3
<i>Quercus ×morisii</i> Borzi	<i>Fagaceae</i>	P scap	S1-S2	2	1
<i>Quercus ×solutina</i> Tineo ex Lojac.	<i>Fagaceae</i>	P scap	C1-C2	1	2
<i>Rhamnus alaternus</i> L.	<i>Rhamnaceae</i>	P caesp	C1-C2-S1-S2-L	1-2	3
<i>Rhamnus catharticus</i> L.	<i>Rhamnaceae</i>	P scap	C1-C2	2-3	3
<i>Rhamnus lojaconoi</i> Raimondo	<i>Rhamnaceae</i>	P scap	S1	2	1
<i>Rhamnus saxatilis</i> subsp. <i>infectorius</i> (L.) P. Fourn.	<i>Rhamnaceae</i>	P caesp	C1-C2	3-4	1
<i>Rhus pentaphylla</i> (Jacq.) Desf.	<i>Anacardiaceae</i>	P caesp	C1-C2	1	1
<i>Rhus tripartita</i> (Ucria) Grande	<i>Anacardiaceae</i>	P caesp	C1-C2	1	1
<i>Ribes uva-crispa</i> L.	<i>Grossulariaceae</i>	NP	C1-C2-S1-S2	3	1
<i>Rosa agrestis</i> Savi	<i>Rosaceae</i>	NP	C1-S1	2-3	2
<i>Rosa arvensis</i> Huds.	<i>Rosaceae</i>	NP	S1	2-3	2
<i>Rosa canina</i> L.	<i>Rosaceae</i>	NP	C1-C2-S1-S2-L	2-4	3
<i>Rosa caesia</i> Sm.	<i>Rosaceae</i>	NP	C1-C2-S1-S2-L	2-4	2
<i>Rosa obtusifolia</i> Desv.	<i>Rosaceae</i>	NP	C1-C2-S1-S2	3-4	2
<i>Rosa corymbifera</i> Borckh.	<i>Rosaceae</i>	NP	C1-C2-S1-S2	2-4	2
<i>Rosa gallica</i> L.	<i>Rosaceae</i>	NP	C1-C2-S1-S2-L	3	2
<i>Rosa glutinosa</i> Sm.	<i>Rosaceae</i>	NP	C2	2-4	1
<i>Rosa heckeliana</i> Tratt.	<i>Rosaceae</i>	NP	C1-C2-L	3-4	2

(Segue)

(Segue Tabella 1)

<i>Rosa micrantha</i> Sm.	Rosaceae	NP	C1-	2-3	2
<i>Rosa montana</i> Chaix	Rosaceae	NP	C1-C2	3-4	2
<i>Rosa vosagiaca</i> N. H. F. Desp.	Rosaceae	NP	C1-C2-S1-S2-L	3-4	2
<i>Rosa moschata</i> Herm.	Rosaceae	NP	C1-C2-S1-S2-L	1-2	1
<i>Rosa pouzini</i> Tratt.	Rosaceae	NP	C1-S1	2-3	2
<i>Rosa strobiliana</i> Burnat & Gremli	Rosaceae	NP	S1	3-4	1
<i>Rosa sempervirens</i> L.	Rosaceae	NP	C1-C2-S1-S2-L	2-3	3
<i>Rosa sicula</i> Tratt.	Rosaceae	NP	C1-C2-L	2-3	1
<i>Rubus hirtus</i> Waldst. & Kit.	Rosaceae	NP	C1-C2-S1-S2	2-3	2
<i>Rubus caesius</i> L.	Rosaceae	NP	C1-C2-S1-S2	2-3	2
<i>Rubus canescens</i> DC.	Rosaceae	NP	C1-C2-S1-S2-L	1-3	2
<i>Rubus idaeus</i> L.	Rosaceae	NP	S1-S2-L	1-4	2
<i>Rubus ulmifolius</i> Scott.	Rosaceae	NP	C1-C2-C3-C2-S1-S2-S2-L	1-3	3
<i>Salix alba</i> L. subsp. <i>alba</i>	Salicaceae	P scap	C1-S1-L	2	3
<i>Salix alba</i> subsp. <i>vitellina</i> (L.) Arcang.	Salicaceae	P scap	C1-S1-L	2	3
<i>Salix apennina</i> A. Skvortsov	Salicaceae	P scap	C1-S1	2	3
<i>Salix gussonei</i> Brullo & Spampinato	Salicaceae	P scap	C1-S1	2	3
<i>Salix pedicellata</i> Desf.	Salicaceae	P scap	C1-S1-L	2	3
<i>Salix caprea</i> L.	Salicaceae	P scap	C1-S1-L	1-3	3
<i>Salix</i> × <i>peloritana</i> Tineo	Salicaceae	P scap	C1-S1	2	2
<i>Salix purpurea</i> subsp. <i>lambertiana</i> (Sm.) Macreight	Salicaceae	P scap	C1-S1	2	2
<i>Sambucus nigra</i> L.	Caprifoliaceae	P caesp	C1-S1	2-3	2
<i>Smilax aspera</i> L.	Liliaceae	NP	C1-C2-S1-S2-L	1-3	3
<i>Solanum dulcamara</i> L.	Solanaceae	NP	C1-S1	2-3	1
<i>Sorbus aria</i> L. subsp. <i>aria</i>	Rosaceae	P scap	C1-C2	3-4	1
<i>Sorbus aucuparia</i> subsp. <i>praemorsa</i> (Guss.) Nyman	Rosaceae	P scap	C1-C2	3	1
<i>Sorbus domestica</i> L.	Rosaceae	P scap	C1-S1-L	2	2
<i>Sorbus aria</i> subsp. <i>cretica</i> (Lindl.) Holmboe	Rosaceae	P scap	C1-C2	2-3	2
<i>Sorbus torminalis</i> (L.) Crantz	Rosaceae	P scap	C1-C2-S1-S2	2-3	3
<i>Spartium junceum</i> L.	Fabaceae	P caesp	C1-C2-C3-S1-S2-L	1-3	3
<i>Tamarix africana</i> Poir. var. <i>africana</i>	Tamaricaceae	P scap	C1-C3-S1-S3-K	1-2	3
<i>Tamarix africana</i> var. <i>fluminensis</i> (Maire) Baum	Tamaricaceae	P scap	C1-C3-S1-S3-K	1-2	3
<i>Tamarix tetragyna</i> Ehrenb.	Tamaricaceae	P scap	S3-K	1	3
<i>Tamarix hampeana</i> Boiss. & Heldr.	Tamaricaceae	P scap	C1-S2-S3	1-2	3
<i>Tamarix canariensis</i> Willd.	Tamaricaceae	P caesp	C3-S2-K	1	2
<i>Tamarix dalmatica</i> Baum	Tamaricaceae	P scap	K	0	1
<i>Tamarix gallica</i> L.	Tamaricaceae	P caesp	C2-S2-K	1-2	3
<i>Taxus baccata</i> L.	Taxaceae	P scap	S2	3-4	2
<i>Teline monspessulana</i> (L.) Koch	Fabaceae	P caesp	C1-S1-L	2	3
<i>Teucrium fruticans</i> L.	Labiatae	NP	C2-C3	1	3
<i>Tilia platyphyllos</i> Scop.	Tiliaceae	P scap	S1	2	1
<i>Ulmus canescens</i> Melville	Ulmaceae	P scap	C1-C2-S1-S3-S2	2	3
<i>Ulmus glabra</i> Hudson	Ulmaceae	P scap	C1-C2-S1-S2	3	2
<i>Ulmus minor</i> Mill.	Ulmaceae	P scap	C1-C2-S1-S2	2	2
<i>Viburnum tinus</i> L.	Caprifoliaceae	P caesp	C1-C2-S1-S2-	2	2
<i>Vitex agnus-castus</i> L.	Solanaceae	P caesp	C2-S2-K	1	3
<i>Vitis vinifera</i> subsp. <i>sylvestris</i> (Gmelin) Hegi	Vitaceae	P lian	C1-S1	2	1
<i>Zelkova sicula</i> Di Pasquale, Garfi & Quezel	Ulmaceae	P caesp	S2	2	1
<i>Ziziphus lotus</i> (L.) Lam.	Rhamnaceae	P caesp	C1	1	1

Tabella 1. Prospetto dei taxa della flora legnosa indigena della Sicilia impiegabili per il restauro ambientale. Per i substrati: C1= suoli più o meno evoluti su calcari e marne; C2= litosuoli su calcari e marne; C3= suoli gessosi e salmastri; S1= suoli più o meno evoluti su substrati silico-arenacei; S2= litosuoli su substrati silico arenacei; S3= suoli salmastri su substrati silico-arenacei; L= substrati lavici; K= sabbie litoranee. Per le fasce vegetazionali: 1= mediterranea arida; 2= mediterranea temperata; 3= sannitica/colchica; 4= irano-nevadense. Per la potenzialità: 1= bassa, 2= media, 3= alta.

Table 1. Woody native plants of Sicily functional for environmental restoration. For substrata: C1=soils more or less evolved on carbonate and marls; C2= lithosols on carbonate and marls; C3= gypsiferous and saline soil; S1= soils more or less evolved on sandy stones; S2= lithosols on sandy stones; S3= saline soil on sandstone; L= lava; K= coastal sands. For vegetation belts: 1= Mediterranean arid; 2= Mediterranean temperate; 3= Samnitic/Colchic; 4= Iranian-Nevadense. For potentiality: 1= low; 2= medium; 3= high.

Tableau 1. Les éléments boisés de la flore indigène sicilienne fonctionnelle pour la restauration environnementale. Pour les substrats: C1= sols plus ou moins évolué sur le carbonate et les marnes; C2= lithosols évolué sur le carbonate et les marnes; C3= gypseux et saumâtre sols sur le carbonate; S1= sols plus ou moins évolué sur grés; S2= lithosols sur grés; S3= saumâtre sols sur grés; L= substratum lavique; K= sables côtiers. Pour les ceintures de végétation: 1= méditerranéen aride; 2= méditerranéen tempéré; 3= samnitique/colchique; 4= iranienne-nevadense. Pour la potentialité: 1= bas; 2= moyenne; 3= haute.

Substrati	nano-faneroite	faneroite	Totale
Calcari e marne (C)	5	20	25
Silico-arenacei (S)	2	26	28
Lavici (L)	2	5	7
Sabbie litoranee (K)	-	4	4
Vari	35	73	107

Tabella 2. Natura dei substrati e elementi della flora legnosa nativa della Sicilia.

Table 2. Nature of substrata and elements of the woody native flora of Sicily.

Tableau 2. Nature des substrats et éléments boisés de la flore indigène sicilienne.

<i>Fascia vegetazionale</i>	<i>nano-fanerofite</i>	<i>fanerofite</i>	<i>Totale</i>
0. Alofitica	-	3	3
1. Mediterranea arida	17	34	51
2. Mediterranea temperata	30	82	112
3. Sannitica/colchica	30	56	86
4. Subatlantica	13	22	35
5. Irano-nevadense	1	-	1

Tabella 3. Fasce di vegetazione secondo Pignatti (1979) e relativa incidenza di arbusti ed alberi nella flora legnosa nativa della Sicilia.

Table 3. Vegetation belts according to Pignatti (1979) and elements of the woody native flora of Sicily.

Tableau 3. Ceintures de végétation et éléments boisés de la flore indigène sicilienne.

<i>Potenzialità</i>	<i>nano-fanerofite</i>	<i>fanerofite</i>	<i>Totale</i>
1. bassa	6	24	30
2. media	22	39	61
3. alta	16	66	82

Tabella 4. Potenzialità d'impiego degli elementi della flora nativa legnosa della Sicilia.

Table 4. Elements of the woody native flora of Sicily and their potentiality.

Tableau 4. Éléments boisés de la flore indigène sicilienne et leur potentialité.

SUMMARY

NATIVE PLANTS AND THEIR USE IN BIODIVERSITY RECOVER OF SICILIAN FOREST SYSTEMS

The woody elements of the native Sicilian flora (trees and scrubs) functional for environmental restoration are assessed by literature and field observations. On the whole 173 taxa belonging to 72 genera of 34 families result. The richest families are *Rosaceae* (47), *Fagaceae* (18), *Fabaceae* (15) and *Salicaceae* (12). For each taxon biological form, substratum, vegetation belt and an overall assessment of the potentiality, according to the respective ecological plasticity, is given.

RÉSUMÉ

LES PLANTES INDIGENES ET LEUR UTILISATION DANS LA RECUPERATION DE LA BIODIVERSITE DES SYSTEMES FORESTIERS SICILIENS

Les éléments boisés de la flore indigène sicilienne (arbres et arbustes) fonctionnelle pour la restauration environnementale sont évalués par des observations de littérature et de champ. Dans l'ensemble 173 taxa appartenant à 72 genres de 34 familles résultent. Les familles les plus riches sont *Rosaceae* (47), *Fagaceae* (18), *Fabaceae* (15) et *Salicaceae* (12).

Pour chaque taxon, sont rapportée la forme biologique, le substrat, la ceinture de végétation et une évaluation globale de la potentialité, selon la plasticité écologique respective.

BIBLIOGRAFIA

- Biondi E., Allegranza M., Guitian J., 1988 – *Mantelli di vegetazione nel piano collinare dell'Appennino centrale*. Doc. Phytosoc. n.s., 11: 479-490.
- Bouzille J.-B., De Foucault B., 1988 – *Donnees phytosociologiques sur les ourlets et manteaux preforestiers en Vendée et regions limitrophes*. Doc. Phytosoc. n.s., 11: 57-66.
- Delelis-Dusollier A., 1985 – *Observations sur les differences de structure spatiale entre les manteaux forestiers et la forêt. Consequences possibles en Phytosociologie*. Phytosociologie et Foresterie. Coll. Phytosoc., 14: 219-227.
- Gianguzzi L., Caldarella O., Romano S., 2008 – *Segnalazione sulle Madonie di Ribes uva-crispa L., nuova specie per la flora della Sicilia*. Riassunti XXXVII Congresso Nazionale Italiano di Biogeografia, Catania. P. 91.
- Giardina G., Raimondo F. M., Spadaro V., 2007 – *A Catalogue of the plants growing in Sicily*. Boccone, 20: 5-582.
- Pignatti S., 1982 – *Flora d'Italia*, 1-3. Edagricole, Bologna.
- Pignatti S., 1979 – *I piani di vegetazione in Italia*. Giorn. Bot. Ital., 113: 411-428.

ANALISI DELL'IMPATTO DELLA FAUNA SELVATICA SULLA RINNOVAZIONE NATURALE IN UN BOSCO DI QUERCE CADUCIFOGLIE E SEMPREVERDI IN AMBIENTE MEDITERRANEO

(*) Dipartimento di tecnologie, ingegneria e scienze dell'Ambiente e delle Foreste, Università degli Studi della Tuscia, Viterbo

(**) Tenuta di Castelporziano, Roma

(***) Dipartimento di Scienze dell'Ambiente Forestale e delle sue Risorse, Università degli Studi della Tuscia, Viterbo

Il presente studio analizza gli effetti relativi all'impatto della fauna selvatica (cinghiali, daini, caprioli e cervi) sulla rinnovazione naturale in un bosco misto situato in ambiente mediterraneo, a seguito di un diradamento su querce (*Quercus cerris*, *Quercus pubescens*, *Quercus frainetto*, *Quercus ilex*, *Quercus suber*) e pino domestico (*Pinus pinea*). L'area di studio ricade all'interno della Riserva Naturale di Castelporziano (Roma) ubicata sulla costa tirrenica; tale ambiente presenta un elevato grado di biodiversità e recentemente è stato individuato come ZPS (Zona di Protezione Speciale), inoltre, al suo interno si trovano due SIC (Siti di Interesse Comunitario): quello relativo alla fascia costiera (IT6030027) e quello relativo ai querceti igrofilo (IT6030028).

La metodologia di indagine si basa sui rilievi dendrometrici effettuati su 10 aree sperimentali, ciascuna con un'estensione di circa 400 m². La perimetrazione delle aree ha reso possibile il censimento di tutte le piante arboree presenti consentendo il monitoraggio di ogni singola pianta per tutta la durata dello studio. Sei delle dieci particelle sono state protette dalla pressione della fauna con una recinzione permanente. Tale indagine è stata condotta per un periodo di sei anni durante i quali sono stati rilevati sia parametri dendrometrici, sia parametri relativi alla presenza degli animali e all'impatto che questi operano sulla vegetazione attraverso una quantificazione della brucatura sulle piante e del *rooting* sul terreno. I risultati riportano il confronto relativo allo sviluppo della rinnovazione naturale, nelle 10 particelle osservate.

Parole chiave: riserva naturale; impatto faunistico; rinnovazione naturale.

Key words: natural reserve; wildlife; natural regeneration.

Mots clés: réserve naturelle, faune sauvage, rénovation naturelle.

1. INTRODUZIONE

In Italia, come nel resto d'Europa, la politica ambientale ha fatto sì che negli ultimi decenni numerose superfici, caratterizzate da un elevato grado di naturalità, sono state poste sotto tutela ambientale. L'effetto di tale politica ha avuto come risultato che circa il 10% del territorio nazionale è oggetto di salvaguardia (fonte ISTAT) attraverso l'istituzione di Aree Protette. Per alcuni di questi ambienti, dove la copertura del suolo è caratterizzata da soprassuoli forestali, mantenere un giusto equilibrio tra bosco e fauna è piuttosto difficile, dal momento che la cessazione dell'attività venatoria unitamente al minor disturbo di natura antropica rappresenta una situazione favorevole per un rapido ed incontrollato sviluppo delle popolazioni faunistiche (Hoffman, 1977; Borghetti, 1982; Giovannini, 1991; Recanatesi, 2008). Per molto tempo la fauna selvatica che popola i nostri boschi, è stata considerata un ospite occasionale e ciò non ha consentito di intraprendere approfonditi studi sul ruolo funzionale che la componente faunistica riveste nell'equilibrio dell'ecosistema forestale. Nella moderna selvicoltura, sempre più multifunzionale, sarebbe opportuno che venga presa in considerazione l'intera componente faunistica presente nell'ecosistema, per analizzare, oltre alle condizioni locali delle diverse iniziative forestali, anche gli aspetti ecologici dell'ambiente frequentato dalla fauna per poter meglio comprendere le loro interazioni.

L'area naturale di Castelporziano è fortemente interessata da questa problematica dal momento che al suo interno gli ungulati soprattutto *Dama dama* e *Sus scrofa* mayor, hanno ormai raggiunto densità che superano anche di dieci volte il K sostenibile (Casanova *et al.*, 2007; Memoli, 2003).

Scopo del presente lavoro è stato quello di analizzare gli effetti dell'impatto della fauna selvatica sulla rinnovazione naturale di un bosco di querce caducifoglie e sempreverdi attraverso il confronto tra aree pascolate ed aree recintate dislocate all'interno di due particelle forestali che sono state oggetto di utilizzazione.

2. MATERIALI E METODI

L'area di studio è situata all'interno della Tenuta Presidenziale di Castelporziano che comprende il territorio di Castelporziano e quello di Capocotta per complessivi 6000 ha, situato a circa 20 Km a Sud-Ovest di Roma sul litorale tirrenico, figura 1. Questo territorio è caratterizzato da rilevanti aspetti naturalistici. Al suo interno si trovano due SIC (Siti di Interesse Comunitario): quello relativo alla fascia costiera (IT6030027) e quello relativo ai querceti igrofilo (IT6030028) (Pignatti *et al.*, 2001; Giordano *et al.*, 2006).

Da un punto di vista botanico l'area rappresenta, insieme al territorio limitrofo di Castelfusano, ciò che resta del vasto sistema forestale che ricopriva l'intero delta del Tevere e le zone limitrofe. Il terreno è generalmente pianeggiante,

se si escludono modesti rilievi, che a Nord, non superano gli 80 m s.l.m. Lungo la zona costiera si estende un complesso sistema di dune antiche ed un cordone di dune più recenti. Sono presenti numerose piscine: allagamenti stagionali formati da acque meteoriche e di falda che tendono a prosciugarsi durante l'estate e che rappresentano dei siti caratterizzati da elevata biodiversità.

Queste "paludi relitte", infatti, rivestono un ruolo assai importante, da un punto di vista ecologico, per la presenza di specie vegetali tipiche degli idrosuoli ormai quasi del tutto scomparse ed un tempo, invece, molto estese.

Il presente studio riporta i risultati ottenuti dai rilievi in campo effettuati su aree campione volte alla valutazione dell'impatto della fauna selvatica sulla rinnovazione naturale. L'analisi è stata condotta su due particelle forestali (particelle 12 e 13 con una superficie rispettivamente di 9,08 e di 25,05 ha) che sono state oggetto di utilizzazione nell'arco temporale che va dal 1992 al 1997. L'utilizzazione prevista nel Piano di Gestione in vigore prevedeva, per entrambi i soprassuoli, un diradamento del pino domestico e delle querce. Entrambe le particelle forestali in oggetto rientravano nella classe economica delle pinete e presentavano le stesse caratteristiche selvicolturali. Al momento degli interventi colturali, il piano dominante era composto da una pineta coetanea di circa venti anni di età, la cui densità era di 150 - 180 piante ad ettaro con diametro medio di 30 cm e altezza dominante (H_d) di 10 m per la particella 12 mentre era di 12 m per la particella 13. Nel piano dominato erano presenti querce caducifoglie e sempreverdi e, sia pur sporadicamente, specie della macchia mediterranea.

La distribuzione delle querce sul territorio era omogenea e la densità totale era pari a circa 4700 ceppaie ha⁻¹ distribuite per le diverse specie come riportato in tabella 1; il numero di polloni per ceppaia, variava da 6 ad 8.

Per entrambe le particelle il diradamento del ceduo, non è stato eseguito omogeneamente su tutta la superficie. Tale decisione muove dalla considerazione che eseguire dei diradamenti su superfici di considerevole estensione in un ambiente come quello di Castelporziano, dove la pressione della fauna è ritenuta oltre il limite di sostenibilità, poteva con molta probabilità comportare un insuccesso dal punto di vista della affermazione della rinnovazione naturale. E' infatti noto che la fauna selvatica, ed in particolare gli ungulati, prediligono soprassuoli forestali caratterizzati dalla presenza di radure (Casanova *et al.*, 1988; Bagnaresi *et al.*, 1990; Giovannini, 1991; Putman, 1996). Al momento di eseguire il trattamento selvicolturale, è stato quindi deciso di suddividere la superficie di ogni particella in "sotto unità di gestione" (dimensione media pari a 2,6 ha) e di intervenire progressivamente nel tempo su ognuna di esse, (figura 2).

Unitamente alla esecuzione del trattamento selvicolturale, diradamento delle pinete e ceduzione del querceto, su alcune sotto unità gestionali, sono state predisposte 10 aree test con una dimensione di 400 m² di cui 4 sulla particella 12 e 6 sulla particella 13. Queste aree sono state divise in: aree aperte, ossia dove è possibile per gli animali selvatici effettuare il pascolamento, ed aree chiuse (aree testimone) dove, contrariamente alle prime, il pascolo della fauna selvatica è stato precluso attraverso la realizzazione di una recinzione, con rete metallica alta 2 m. La dislocazione sul terreno di suddette aree è stata eseguita in modalità casuale.

I rilievi all'interno delle aree test sono stati eseguiti dal

1992 al 1997. La determinazione dei parametri, sia selvicolturali che quelli attribuibili all'attività della fauna selvatica, sono stati rilevati durante le quattro stagioni. Per poter monitorare ogni singola pianta durante tutta la fase dello studio, ad ogni individuo, presente all'interno delle aree test, è stato applicato un numero progressivo mediante un cartellino, ciò ha consentito di non attribuire errate informazioni ad una pianta durante l'arco temporale in cui si è svolto lo studio.

In tutte le aree è stato eseguito inizialmente un censimento per determinare la composizione specifica delle piante arboree. Periodicamente, in coincidenza di ogni stagione, si è proceduto alla determinazione del diametro misurato al colletto delle piante, ed al rilievo delle altezze, eseguito con strumentazione *vertex*, per la determinazione dei relativi incrementi correnti. La determinazione di questo parametro assume una fondamentale importanza dal momento che il brucamento del getto apicale costituisce uno dei principali danni provocati dagli ungulati. Questo tipo di danno risulta particolarmente dannoso poiché i polloni arrestano la crescita in altezza favorendo così la formazione di getti laterali che prendono la dominanza apicale con il risultato di conferire alle ceppaie una forma cespugliosa che, inevitabilmente, facilita l'azione della fauna.

Per le aree test soggette a pascolo è stata calcolata per ogni specie arborea, la percentuale di ceppaie su cui sono state osservate tracce di morso distinguendo anche quelle sul pollone dominante per le quali il danno è da ritenersi più grave. Parallelamente sono state censite le piante su cui erano presenti evidenti segni di scortecciamento da parte dei daini nonché la presenza di *rooting* da parte dei cinghiali. Quest'ultimo parametro è stato determinato attraverso valutazioni di tipo soggettivo mediante l'attribuzione di una scala di valori (basso, medio, alto) per esprimere la percentuale di terreno interessato oggetto di sommovimento. Dal momento che non tutte le specie arboree sono in egual misura appetibili da parte degli ungulati, è stato determinato quali specie sono maggiormente soggette a brucatura. È stata inoltre determinata l'altezza dei polloni utile a sfuggire al morso degli animali.

3. RISULTATI

Dai risultati dell'analisi, emerge come l'attività degli ungulati all'interno della Tenuta Presidenziale di Castelporziano rappresenti un grave fattore limitante alla rinnovazione naturale del bosco di querce. In tutte le aree test lasciate aperte, in cui la fauna selvatica è stata libera di pascolare, infatti, non si è affermata la rinnovazione né di origine gamica né di origine agamica, inoltre, un'elevata percentuale di polloni è stata oggetto di danni da parte della fauna selvatica.

Dall'esame dei dati raccolti risulta come gli ungulati abbiano brucato in modo selettivo le diverse specie arboree presenti. In figura 3, viene riportato il grado percentuale dei danni subiti dal pollone dominante dal momento che si ritiene che il danno per la ceppaia, in questo caso, sia maggiore. La specie arborea più colpita risulta il cerro dove mediamente, per cinque anni, sul 50% delle ceppaie il danno risulta grave. La vulnerabilità del cerro nei confronti dell'attività della fauna risulta dal fatto che se si sommano anche i danni medi, la percentuale sale fino ad una media del 70% con un

massimo, rilevato nel 1996, del 90% che ha causato, inevitabilmente, la morte di numerosi individui. In questa scala di valori, seguono la roverella ed il leccio con valori medi che si attestano sul 40%. Si fa presente però che durante il periodo di osservazione queste due specie sono state oggetto d'interesse da parte della fauna in maniera differente. Infatti, mentre i danni sul leccio sono pressoché costanti dal 1992 al 1997, non altrettanto avviene per la roverella dove, negli ultimi tre anni, si assiste ad una diminuzione del danno grave con valori che si attestano intorno al 30%. Questo aspetto può trovare una spiegazione nel fatto che queste due specie presentano un differente incremento in altezza e di appetibilità e, per questo motivo, la roverella riesce in minor tempo a raggiungere un'altezza cormometrica utile a sfuggire al morso degli animali. La sua presenza percentuale piuttosto modesta, pari al 5% la rende meno soggetta al probabile pascolamento. La farnia e la sughera sono le specie quercine che hanno subito, percentualmente, il minor danno da pascolamento di tipo grave, in media, hanno riportato rispettivamente il 23% ed il 10% di danno grave. Fra le altre specie, rappresentate essenzialmente dal pino domestico, si registra una minima percentuale di danno grave (mediamente il 5%), imputabile al fatto che, al momento dei rilievi, le piante presentavano dimensioni tali da non essere interessate dall'attività della fauna.

Per quanto riguarda i dati relativi al differente incremento corrente (I_c) delle altezze dei polloni dominanti, rilevati nelle aree pascolate ed in quelle chiuse, in figura 4, vengono riportate le variazioni di questo parametro per le specie principali. Non sono stati riportati i dati relativi alla roverella poiché l'esigua presenza percentuale riscontrata nelle aree campione non ha consentito la determinazione di questo parametro con un sufficiente grado di attendibilità.

Dai valori delle altezze rilevate, emerge come l'incremento corrente sia sempre stato inferiore per le piante appartenenti alle aree soggette a pascolo, durante tutto l'arco temporale in cui sono stati eseguiti i rilievi. Per quanto riguarda le singole specie, però, si è assistito ad una diversa risposta nei confronti della pressione della fauna.

Infatti, sebbene nei primi due anni, dal 1992 al 1994, non si siano riscontrati significative differenze, fra le aree aperte e le aree chiuse, nell'incremento corrente dell'altezza, dal 1994 al 1997 i valori, per tutte le specie, hanno subito un differente grado di accrescimento. Il cerro, ad esempio, in un confronto tra le due tipologie di aree campione, negli ultimi tre anni ha progressivamente aumentato la differenza in altezza passando da 10 cm nel 1994 ad oltre 60 cm nel 1997. Anche il leccio risente sensibilmente della pressione della fauna. Per questa specie, la differenza di accrescimento appare ancora più significativa dal momento che negli ultimi tre anni d'osservazione si è passati da una differenza di 5 cm nel 1994 a circa 60 cm nel 1997.

Anche la farnia presenta un diverso grado d'accrescimento sebbene segua un andamento nel tempo differente rispetto alle due precedenti specie quercine. In questo caso significative differenze, nei valori delle altezze, si sono registrate a partire dal 1993 con circa 40 cm per arrivare, nel 1997, a circa 50 cm.

La sughera è la specie che risente meno di questa condizione, infatti, fino al 1995 non sono state riscontrate rilevanti differenze nei valori di accrescimento. Solo negli ultimi due anni c'è stato un significativo grado di accresci-

mento che, comunque, rimane più contenuto rispetto alle altre specie arboree attestandosi a circa 30 cm.

Anche i valori relativi al *rooting* ed allo scortecciamento degli ungulati conferma l'eccessiva presenza della fauna in questi ambienti. Durante i rilievi è emerso come il 50% della superficie delle aree soggette a pascolo sia interessata da valori alti di *rooting* dei cinghiali ed il 20% da valori medi, che, oltre al pascolamento soprattutto dei daini, costituiscono un serio problema per l'affermazione della rinnovazione naturale dei querceti. I danni da scortecciamento sono di minore entità poiché riguardano soltanto il 3% delle piante presenti nelle aree aperte.

4. CONCLUSIONI

La metodologia adottata per la valutazione della pressione della fauna selvatica nei confronti della rinnovazione naturale è risultata nel suo complesso efficace.

Sicuramente è stata utile la scelta di suddividere le particelle forestali da diradare in sotto unità gestionali al fine di evitare un afflusso troppo numeroso di animali attratti da aree molto estese. Ciononostante, i risultati ottenuti indicano chiaramente che gli ungulati selvatici mediante il brucamento, il *rooting* e lo scortecciamento delle piante, rappresentano un fattore limitante alla perpetuazione naturale del bosco dopo gli interventi di diradamento, poiché questi determinano una diminuzione dell'accrescimento dei polloni di entità diversa per le varie specie di querce e, in alcuni casi, la morte della ceppaia.

Contrariamente a quanto avvenuto nelle aree in cui è stato precluso il pascolamento, in tutte le aree lasciate aperte non si è affermata alcun tipo di rinnovazione. Questi aspetti hanno come conseguenza una riduzione della produzione primaria del bosco e la pressione esercitata in modo selettivo nel tempo, potrebbe determinare un cambiamento della composizione specifica dei soprassuoli, attraverso la graduale sostituzione delle querce con specie meno appetibili quali l'erica e la fillirea.

Un'altra conseguenza negativa del pascolo degli ungulati consiste nella minore copertura del suolo e nella minor produzione di lettiera, con il risultato di aumentare la vulnerabilità del terreno a fenomeni di tipo erosivo.

È dunque di fondamentale importanza l'adozione di criteri di gestione volti al raggiungimento di un sostanziale equilibrio tra la componente vegetale e faunistica. È auspicabile, quindi, che le ricerche all'interno della tenuta di Castelporziano vengano proseguite per approfondire il grado di conoscenza dei processi legati alla dinamica delle popolazioni, al fine di elaborare efficaci metodologie finalizzate al controllo della fauna selvatica, garantendo così in futuro il mantenimento di questi soprassuoli.

RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia l'Accademia Nazionale delle Scienze "detta dei XL" e la Direzione della Tenuta Presidenziale di Castelporziano.

Questo studio è stato autorizzato dalla Commissione Tecnico Scientifica di Castelporziano.

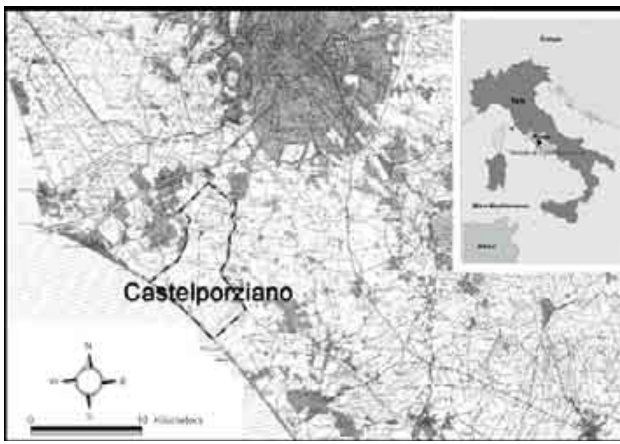


Figura 1. Inquadramento territoriale della Tenuta Presidenziale di Castelporziano (Roma).
 Figure 1. Territorial arrangement of Castelporziano Presidential Estate.
 Figure 1. Encadrement territorial de la Tenue Présidentielle de Castelporziano (Rome).

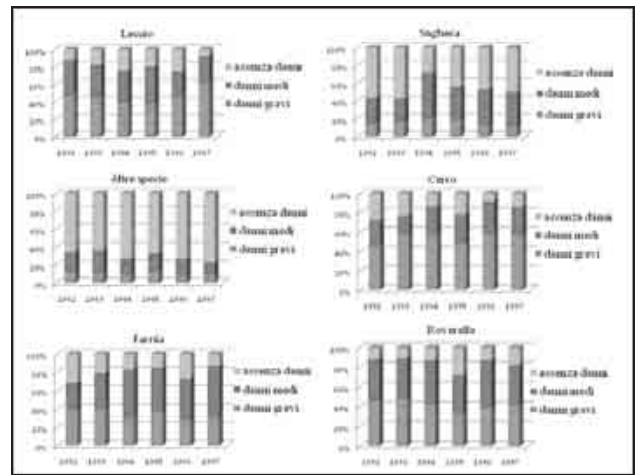


Figura 3. Frequenza percentuale di polloni con danno di diversa gravità. I dati fanno riferimento alla media dei valori riscontrati nelle aree test aperte (soggette a pascolo).
 Figure 3. Percentage frequency of suckers showing different kind of damage. Data refers to the average values of test areas (open to grazing).
 Figure 3. Fréquence en pourcent de bourgeons caractérisés par niveaux différents de dégât. Les données se réfèrent à la moyenne des valeurs relevées dans les aires test ouvertes (pâturées).

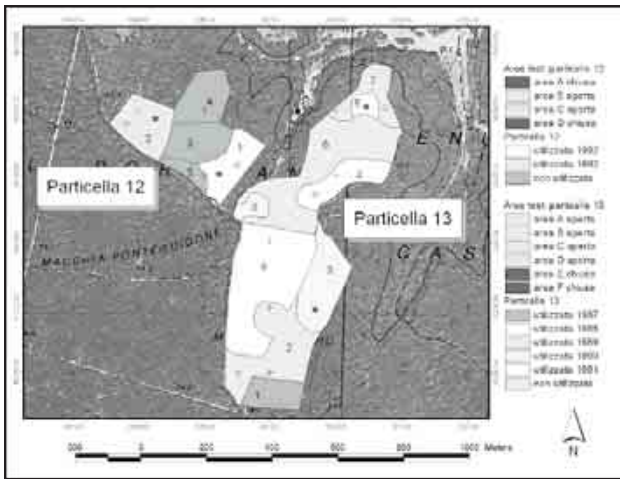


Figura 2. Particella 12 e 13. Suddivisione delle particelle in sotto unità di gestione (1,2,..n) e anno di utilizzazione. Per ogni particella sono riportate le aree test di forma quadrata, suddivise in: chiuse (colore rosso) ed in aperte (colore verde), indicate con le lettere: A,B,...X. Immagine aerea (anno 2000) su base cartografica C.T.R., scala 1:10.000.
 Figure 2. Plots 12-13. Plots divided into management subunits (1,2,..n) and classified by year of exploitation. Test areas (square-shaped) divided into: closed (in red) and open (in green);denoted by the letter A,B, ...X. Aerial image (year 2000) Cartography C.T.R., scale 1:10.000.
 Figure 2. Particule 12 et 13. Subdivision des particules en sous-unités de gestion (1,2, ...n) et année de utilisation. Pour chaque particule sont reportées les aires test de forme carrée, divisées en: fermées (couleur rouge) et ouvertes (couleur verte), indiquées avec les lettres A,B,...X. Image aérienne (année 2000) sur base cartographique CTR, échelle 1:10.000.

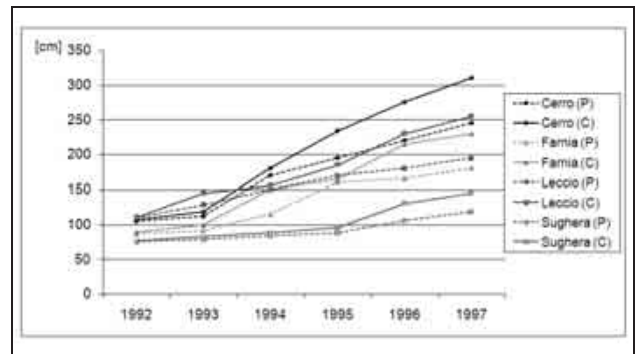


Figura 4. Variazione dell'altezza media del pollone dominante rilevato per le aree pascolate (P) e quelle chiuse (C).
 Figure 4. Change in the average height of suckers in grazing areas (P) and in closed areas (C).
 Figure 4. Variation de la hauteur moyenne du bourgeon dominant relevé pour les surfaces pâturées (P) et fermées (C).

Specie	Particella 12			Particella 13		
	%	ceppaie/ha	(G) m ² ha ⁻¹	%	ceppaie/ha	(G) m ² ha ⁻¹
Farnia	10	900	8,56	10	880	8,01
Leccio	60	1300	3,65	65	1250	3,56
Cerro	10	900	2,75	10	900	2,80
Sughera	10	900	1,98	10	980	1,95
Roverella	5	700	3,75	5	650	4,75

Tabella 1. Composizione specifica del piano dominato del bosco all'interno delle particelle 12 e 13 prima dell'utilizzazione.
 Table 1. Plots 12-13: Oak wood composition before the cutting.
 Tableau 1. Composition spécifique du chênaie à l'intérieur de la particule 12 et 13 avant la coupe.

SUMMARY

ANALYSIS OF THE IMPACT OF WILD FAUNA ON THE NATURAL REPRODUCTION OF AN EVERGREEN AND DECIDUOUS OAK WOOD, IN A MEDITERRANEAN ENVIRONMENT

The aim of this study is to examine the effects relating to the impact of wild fauna (*Dama dama*; *Sus scrofa mayoli*) on the natural reproduction of a mixed forest, in a Mediterranean environment after a thinning out in oaks (*Quercus cerris*; *Quercus pubescens*; *Quercus frainetto*; *Quercus ilex* *Quercus suber*) and stone-pines (*Pinus pinea*). The study area is located inside the Nature Reserve of Castelporziano (Rome) along the Tyrrhenian coast. It presents a high degree of biodiversity and has recently been designated as SNR (special nature reserve) since it is considered useful for the preservation of threatened, vulnerable and rare bird species. Moreover, inside this area, there are two Communitarian Interest Sites: the coastal strip (IT6030027) and the hygrophilous oak wood (IT6030028).

This research is based on dendrometric surveys carried out in a forest divided in 10 test areas, each of 400m², having all the same silvicultural characteristics. Thanks to the perimetrization of these areas, it was possible to enumerate all arboreal plants included inside them and to monitor each plant for the duration of the study. Throughout the survey, 6 out of 10 plots have been surrounded to be protected from fauna. The survey has been carried out for a five-year period during which it has been possible to analyze both dendrometric parameters, related to the number of suckers, of seedlings and to the increase of diameter and height, and parameters related to the presence of animals and to their impact on vegetation through the quantification of grazing on plants and root-growth in soil. The results show the development of natural reproduction, both gamic and agamic, for the four plots examined. They also show that wild fauna prefers suckers and seedlings growing from *Quercus cerris* rather than the *Quercus spp* ones. Moreover it was possible to determine the effective suckers height to prevent fauna to reach them.

RÉSUMÉ

ANALYSE DE L'IMPACT DE LA FAUNE SAUVAGE SUR LA RENOVATION NATURELLE DANS UN BOIS DE CHENES CADUCIFOLIES ET SEMPER VIRENS DE L' ENVIRONNEMENT MEDITERRANEEN

L'étude présentée ici a l'objectif d'analyser les effets relatifs à l'impact de la faune sauvage (*Dama dama*; *Sus scrofa mayoli*) sur la rénovation naturelle dans un bois mixte situé dans l'environnement méditerranéen, après un éclaircissage sur chênes (*Quercus cerris*; *Quercus pubescens*; *Quercus frainetto*; *Quercus ilex* *Quercus suber*) et pins en pot (*Pinus pinea*). L'aire d'étude se trouve dans la réserve naturelle de Castelporziano (Rome) située sur la côte Tirrénique; tel environnement a un degré élevé de biodiversité et a été récemment désigné ZPS (Zone de Protection Spéciale) en tant que utile à la

conservation des espèces d'oiseaux menacées, vulnérables ou rares; de plus, à l'intérieur de la Tenue se trouvent deux SIC (Sites d'Intérêt Communautaire): l'un relatif à la bande côtière (IT6030027) et l'autre relatif aux chênaies igrophiles (IT6030028).

La méthodologie d'enquête se base sur des relevés dendrométriques effectués sur 10 aires d'expérimentation de bois, chacune d'une extension d'environ 400 m², homogènes pour ce qui concerne les caractéristiques sylviculturelles. La délimitation périmétrique des aires a permis le recensement de toutes les plantes arboriques présentes et le monitoring de chaque plante pendant toute la durée de l'étude. Six parmi les dix particules ont été protégées de la pression de la faune avec une clôture pendant toute la durée de l'étude. Telle enquête a été conduite pour une période de cinq ans pendant lesquels ont été relevés soit paramètres dendrométriques relatifs au nombre de bourgeons (*radicale* rejets), au nombre de semenciers, à l'accroissement de diamètre et de hauteur, soit paramètres relatifs à la présence d'animaux et à l'impact que ceux-ci provoquent sur la végétation à travers la quantification du broutement sur les plantes et du *rooting* sur le terrain. Les résultats reportent la comparaison relative au développement de la rénovation (ou pure régénération) naturelle gamique et agamique, dans les quatre particules observées. Les résultats font ressortir comme les semenciers et les bourgeons de *Quercus cerris* sont préférés de la faune sauvage par rapport aux autres espèces appartenant au genre *Quercus spp*; de plus, il a été possible de déterminer la hauteur des bourgeons apte à fuir la pression de la faune.

BIBLIOGRAFIA

- Bagnaresi U., Dall'Orso G., Gambi G., Loewe V., 1990 – *Rapporto tra pascolo e bosco nella collina piacentina. Aspetti selvicolturali*. Agricoltura e Ricerca, XII (108): 123-136.
- Borghetti M., Piussi P., 1982 – *I danni da capriolo nei boschi di Carrega*. Natura e Montagna, 29 (1): 53-56.
- Brugnoli A., 2006 – *Impatto del cervo sulla rinnovazione forestale e gestione faunistica integrata*. L'Italia Forestale e Montana, (1): 53-72.
- Casanova P., Massei G., 1986 – *L' "Assestamento" del capriolo su piccole superfici forestali*. Monti e Boschi, (5): 16-21.
- Casanova P., Sonogo A., 1988 – *Note sull'alimentazione del daino (Dama dama) con particolare riferimento al pascolo effettuato nella Tenuta Presidenziale di San Rossore*. L'Italia Forestale e Montana, 43 (3): 163-178.
- Casanova P., Memoli A., Pini L., 2004 – *Influenza dell'ambiente forestale su una popolazione di capriolo*. L'Italia Forestale e Montana, (5): 361-374.
- Casanova P., Memoli A., 2007 – *Il daino: un distruttore di foreste demaniali*. L'Italia Forestale e Montana, (4): 283-293.
- Ciancio O., Nocentini S., 1994 – *La gestione forestale nelle aree protette*. Linea Ecologica, (30): 10-13.
- Giordano E., Capitoni B., Eberle A., Maffei L., Musicanti A., Recanatesi F., 2006 – *Contributo alla realizzazione del Piano di Gestione del patrimonio forestale della Tenuta Presidenziale della Tenuta Presidenziale di Castelporziano*. In: Il Sistema Ambientale della Tenuta

- Presidenziale di Castelporziano. Ricerche sulla complessità di un ecosistema forestale costiero mediterraneo. Segretariato generale della Presidenza della Repubblica Italiana – Accademia Nazionale delle Scienze “*detta dei XL*”, (3): 1231-1299.
- Giovannini G., 1991 – *Effetti del pascolo di ungulati selvatici sulla rinnovazione agamica in un ceduo di macchia mediterranea*. *Monti e Boschi*, (5): 15-22.
- Hoffmann G., 1977 – *Les degats causes aux peuplements par les cervides*. *Revue For. Francaise*, 29, (2): 131-135.
- Memoli A., 2003 – *Ruolo della fauna selvatica negli equilibri ecologici dei boschi dell'appennino Tosco-Romagnolo*. *L'Italia Forestale e Montana*, (5):408-420.
- Menucci M., D'Amico C., 2006 – *Effetti degli ungulati: il caso del Parco Nazionale delle foreste Casentinesi, Monte Falterona e Campigna*. *Sherwood*, (121): 43-48.
- Pignatti S., Bianco P.M., Tescarollo P., Scarascia Mugnozza G.T., 2001 – *La vegetazione della Tenuta Presidenziale di Castelporziano*. In: “Ricerche sulla complessità di un ecosistema costiero mediterraneo”. *Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL*, Roma, p. 198-237.
- Putman R.J., 1996 – *Ungulates in temperate forest ecosystems: perspectives and recommendation for future research*. *Forest Ecology and Management*, (88): 205-214.
- Recanatesi F., 2008 – *Approccio metodologico impiegato nei piani di gestione forestale della Tenuta Presidenziale di Castelporziano*. *L'Italia Forestale e Montana*, (2): 109-136.
- Reimoser F., 2005 – *Il ruolo della selvicoltura nella gestione faunistica*. *Sherwood*, (112): 19-24.

BIODIVERSITÀ E CONSERVAZIONE DI SPECIE FORESTALI ENDEMICHE E RELITTE IN SICILIA

(*) Dipartimento Azienda Foreste Demaniali, Assessorato Agricoltura e Foreste, Regione Siciliana, Palermo

(**) IGV/Istituto di genetica Vegetale, Sezione di Firenze, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Sesto Fiorentino (Firenze)

(***) Dipartimento di Scienze e Tecnologie Ambientali Forestali, Università degli Studi di Firenze

In Sicilia è presente una notevolissima biodiversità vegetale, con oltre 2700 taxa specifici e infraspecifici, di cui circa 400 endemici, molti a rischio estinzione. Il lavoro presenta i risultati di una ricerca curata dall'Azienda Regionale Foreste Demaniali (ARFD), per la caratterizzazione genetica delle principali specie forestali dell'isola. I risultati hanno permesso di definire: 1) le azioni finalizzate alla conservazione delle specie a rischio estinzione; 2) i criteri per una corretta gestione selvicolturale del patrimonio forestale dell'isola; 3) gli elementi conoscitivi di base per la individuazione di nuclei e/o boschi da seme.

Parole chiave: Sicilia, proprietà pubblica, biodiversità, specie relitte, caratterizzazione genetica.

Key words: Sicily, public property, biodiversity, relic species.

Mots clés: Sicile, propriété publique, biodiversité, caractérisation génétique.

PREMESSA

È noto che la variabilità è una caratteristica fondamentale di vita e che tale variabilità arrega a livello di organismi, livelli enormi di diversità, ma anche che l'azione antropica almeno negli ultimi secoli è stata causa di una altrettanta enorme riduzione di diversità. Ad un'azione diretta che possiamo indicare come *impatto antico* (trasformazione agricola degli ecosistemi naturali: deforestazione, pascolo, urbanizzazione), è seguita un'azione ad *impatto più moderno*, più subdolo e devastante, legata a diffusi processi industriali molto poco sensibili ad una valutazione delle azioni e reazioni di cui potevano essere responsabili.

La perdita di biodiversità risultante dalle varie attività umane, identificabili anche nel Global Change, ha arrecato grandi preoccupazioni e sollecitato ampi movimenti di pensiero, spesso sfociati in iniziative ed azioni legislative finalizzate alla salvaguardia di interi ecosistemi al fine di conservare la biodiversità a livello mondiale (Mann, 1991).

Del resto già venticinque anni fa diversi erano gli studiosi che si sforzavano di far comprendere quanto la perdita di biodiversità poteva incidere sulla funzionalità e sull'integrità degli ecosistemi, tanto che, anche se in modo indiretto, poteva essere ritenuta responsabile della stessa esistenza dell'umanità (Myers, 1979; Myers, 1989; Ehrlich *et al.*, 1981).

Solo di recente la maggior parte degli scienziati e amministratori pubblici hanno percepito e compreso la presenza di una speciale *stato di armonia*, non solo astratto, responsabile di un equilibrio di funzionamento (*equilibrio della natura*) che regola l'intero pianeta. Solbrig (1992) indica questo stato di equilibrio della natura, come situazione ideale in cui ogni componente è in equilibrio con tutte le altre. Questo stato non può essere quantificato a causa dei continui cambiamenti temporali che sono presenti a livello degli ecosistemi e che rendono questi, fluttuanti attraverso paesaggi anche molto diversi, ma che seguono un dinamismo controllato da una forza o destino di ordine superiore che conduce comunque verso un equilibrio. In questo contesto si può immaginare che disturbi apparenti e casualità di un

primo livello di integrazione (*stato di armonia*) possano essere responsabili di ordine di livelli più elevati per effetto non tanto di un particolare comportamento deterministico di uno o più fattori, ma come risultato di interazioni casuali collettive tra tutti i fattori che, in quanto tali, sono capaci di conferire equilibrio al sistema successivo in una ipotetica scala di livelli temporali in successione.

Il numero della specie vegetali ed animali da cui la società umana è dipendente per la propria sopravvivenza, è veramente basso; questo viene stimato in circa venti per le piante e cinque per le specie di animali. Questi venticinque organismi superiori coprono circa il 90% della sussistenza umana e il commercio internazionale di derrate (FAO). Tre cereali, grano, riso e mais, partecipano, con il 49%, al conferimento delle calorie necessarie. Un calcolo sul numero delle piante e degli animali che comunemente rivestono un ruolo nel supportare la sopravvivenza dell'uomo (eccetto le piante usate in floricoltura e in farmacologia) arriva ad un valore di circa mille. Ciò rappresenta solo lo 0,01% della biodiversità totale (stimata in 10^7 di organismi) (Solbrig, 1992). È certamente base molto stretta. Mantenere l'integrità di questi patrimoni, diventa determinante così come la disponibilità di conoscenze circa le caratteristiche degli stati di un equilibrio a livello di ecosistema per il loro corretto uso.

PROCESSI GENETICI A LIVELLO DI SPECIE RELITTE E MINACCIATE

La scomparsa di una specie non rappresenta solo evento negativo di per sé in quanto l'azione di disturbo agisce anche sulle specie che riescono a sopravvivere compromettendo molte altre popolazioni con conseguente perdita di diversità genetica.

In un crescente deterioramento dell'ecosistema foresta sia in termini di biodiversità che di funzionalità ecologica, ancora più problematica risulta la conservazione delle specie relitte la cui distribuzione e frequenza è stata alterata e/o ridotta storicamente. Gli alberi forestali per le loro ca-

ratteristiche (lunghi cicli vitali, immobilità, etc.) sono sottoposti a condizioni ambientali eterogenee e suscettibili di modificazioni nel tempo. La capacità di adattamento e di sopravvivenza (*fitness*) di tali specie è strettamente legata alla ricchezza del loro patrimonio genetico (*gene pool*) che si distribuisce con ampiezza a livello di popolazione fra gli individui che la compongono.

Questo introduce il problema della conservazione del germoplasma a livello di popolazione e di come operare per la protezione delle specie minacciate e del “gene pool” e dei geni per uso futuro. Tra l’altro, il complesso genico a livello di individuo, di popolazione, di specie, rappresentando l’informazione di base per il più soddisfacente adattamento evolutivo è indispensabile conoscerlo e ad esso fare riferimento per il lavoro di miglioramento e di preservazione di germoplasma di interesse.

La comprensione del significato dell’effetto della diversa dimensione delle popolazioni sui sistemi genetici e di accoppiamento, nonché sul dinamismo evolutivo è certamente uno dei punti focali per quanto riguarda la conservazione biologica.

Nelle popolazioni piccole ed isolate, ad esempio, la deriva genetica ha un ruolo dominante nella realizzazione della struttura genetica, ed in tali popolazioni la perdita di variabilità può essere così veloce che la popolazione può estinguersi a livello locale. Un altro fattore che ha maggior effetto in tali popolazioni è l’alto tasso di consanguinità che porta una depressione da inincrocio ed alla presenza di un pool genico di alleli letali o di alleli recessivi altamente deleteri, con conseguente riduzione della *fitness* (Giannini *et al.*, 1998).

Studi condotti da Lacy (1987) simulanti gli effetti di perdita casuale di variazione genetica in piccole popolazioni, hanno indicato il ruolo svolto dalla deriva genetica nel ridurre la variabilità intrapopolazione: l’effetto è notevole e quindi nei programmi di conservazione se ne deve tener conto.

A livello di popolazione, la deriva genetica è spesso l’espressione dell’adattamento alle condizioni stazionali; una riduzione della diversità nel pool genico locale (erosione, fatti accidentali, ecc.) porta ad una equivalente riduzione delle probabilità della popolazione di essere adatta a condizioni mutabili. A livello di specie la perdita di differenti popolazioni riduce il potenziale delle specie nella risposta a cambiamenti a livello regionale o globale.

Quindi diventa di primaria importanza lo studio e l’analisi della struttura genetica delle singole specie/popolazioni al fine di meglio operare per la conservazione e salvaguardia delle specie rare e minacciate, così come lo è per il miglioramento genetico.

In appoggio alle classiche tecniche di miglioramento e conservazione, il ruolo delle genetiche e l’utilizzo delle tecniche molecolari del DNA, risultano importanti per definire tali strutture genetiche. Al fine di determinare la variazione genetica intraspecifica si possono determinare il numero di loci polimorfici, il numero degli alleli, la distribuzione della diversità genetica nello spazio così come il numero di genotipi (Van Delden, 1992). Tali studi devono essere inoltre combinati con dati riguardanti la demografia passata e presente delle popolazioni (Van Delden, 1992).

In definitiva è essenziale determinare il livello di diversità delle popolazioni locali, quale valore adattativo abbiano tali differenze ed in che modo il pool genico sarà capace di arrecare un aumento della sopravvivenza nel tempo, spe-

cialmente in considerazione del fatto che nella “nostra epoca” la pressione antropica sui popolamenti forestali si fa sempre più pressante.

In tale contesto si inquadra il progetto di ricerca si seguito esposto che, partendo dalla notevole biodiversità vegetale presente in Sicilia, prende in esame aspetti legati alla conoscenza e conservazione di specie forestali endemiche e relitte in regione.

BIODIVERSITÀ VEGETALE IN SICILIA

La regione Sicilia, posta tra la piattaforma continentale africana e di quella europea, costituisce il punto di incontro di tre diversi continenti: Africa, Europa ed Asia medio orientale. Questa posizione ha determinato una particolare evoluzione floristica e vegetazionale, che ha portato ad una notevole biodiversità vegetale. Si stima che la flora vascolare spontanea della Sicilia, incluse le piccole isole, conti in tutto circa 2.700 taxa specifici e infraspecifici, di cui circa 400 endemici, il che fa della regione una delle aree più ricche di biodiversità dell’intero bacino del Mediterraneo (Raimondo *et al.*, 2001). Purtroppo oltre 750 di tali entità, pari al 27% circa dell’intera flora sicula, sono da considerare a rischio avendo i loro habitat subito una drastica riduzione per effetto della forte pressione antropica. Esse, per buona parte endemiche, appartengono a 359 generi di 96 famiglie fra le quali le più numerose sono: *Compositae*, *Leguminosae*, *Plumbaginaceae*, *Liliaceae*, *Cruciferae*, *Gramineae* e *Caryophyllaceae*.

Numerose sono quindi in regione le specie cespugliose od arboree, proprie di ambienti e forme di vegetazione anche forestale, per le quali sono notevoli i pericoli di ulteriore rarefazione delle popolazioni, di erosione o deriva genetica, con conseguente rischio di estinzione (Saporito, 2001). Fra le prime specie a maggiore rischio in relazione alla limitatezza ed alla uniformità genetica della popolazione, si citano l’*Abies nebrodensis* dei Monti Madonie (Pa) e la *Zelkova sicula* di località Bosco Pisano (Sr).

Fra le popolazioni locali più o meno isolate, a rischio di contrazione della distribuzione, si cita il popolamento naturale di *Pinus halepensis* della Riserva Naturale Orientata Pineta di Vittoria (Rg), ed i nuclei di *Taxus bacata* delle località Tassita, Baronia e Biviere di Cesarò, dei Monti Nebrodi, la residua popolazione di *Ulmus montana* di località Pizzo Carbonara, nei Monti Madonie, il *Platanus orientalis* della Valle dell’Anapo (Sr). Fra le specie forestali le cui popolazioni risultano ormai discontinue e marginali nell’areale, si ricordano la *Quercus petraea* di località Bosco Pomieri e l’*Ilex aquifolium* di località Piano Pomo, entrambi dei Monti Madonie. Per alcune specie sono presenti delle popolazioni derivate da selezione, in seguito a particolari impieghi produttivi tradizionali, oggi in lenta ripresa economica o valorizzazione storico-culturale; è il caso del *Fraxinus ornus* var. *rotundifolia* (frassino minore da manna), di cui si distinguono diversi biotipi nelle Madonie.

In alcuni casi ci si trova di fronte a specie a grande areale di diffusione, ma le cui popolazioni isolate possono presentare, in relazione all’isolamento geografico che le ha interessate, evidenti diversità genetiche. In tale elenco si includono:

- il faggio, in Sicilia al limite meridionale del proprio areale;
- la roverella, con una notevole variabilità e biotipi (*Quercus*

virgiliana, *Q. congesta*, *Q. dalechampii*, *Q. amplifolia*);
 – il cerro, con biotipi ascritti a livello di specie (*Quercus gussonei*) ed ibridi con la sughera (*Quercus fontanesii*);
 – la sughera, con biotipi che vegetano in condizioni termometriche notevolmente differenti (Saporito, 1999);
 – il pino laricio e la betulla dell'Etna, di notevole interesse per le caratteristiche ecologiche e la capacità di colonizzazione delle lave;
 – il pino marittimo di Pantelleria, che costituisce un nucleo isolato nell'areale della specie.

CONSERVAZIONE DELLA BIODIVERSITÀ E FORME DI USO DEL SUOLO IN SICILIA

La conservazione di queste entità vegetali ed in generale di tutte le specie ed ecotipi a rischio estinzione, è legata principalmente ad un adeguato regime di protezione e conservazione degli ambienti naturali residuali in cui sono presenti. Negli ultimi decenni infatti, le forme d'uso del suolo, la natura e le caratteristiche dei cicli produttivi in agricoltura, lo stato delle aree a maggiore naturalità e dei boschi dell'isola, sono sempre più variati.

Secondo dati recenti (ARTA, 1996), i territori urbani, metropolitani e quelli artificialmente modellati sono pari al 4,16 % della superficie regionale, i territori agricoli al 69,91 %, i territori boscati e gli ambienti seminaturali al 25,93 % (Fig. 1).

Poco più di un quarto della superficie regionale è quindi occupata da territori con un certo grado di naturalità, anche se fenomeni antropici sono sempre presenti (incendi, pascolo, utilizzazioni boschive, etc).

Nell'ambito degli ambienti agricole e forestali, prevalgono i seminativi con il 33,12 %, seguiti dalle colture legnose agrarie (28,53 %). Le aree a vegetazione arbustiva od erbacea costituiscono il 16,08 % ed i boschi solo l'8,55 % (Fig. 2.); estremamente ridotte sono le aree umide, con pochi elementi residuali, tutti di grande interesse per la flora e l'avifauna.

I dati relativi ai boschi sono notevolmente variati negli ultimi anni, sia in termini assoluti che percentuali, in relazione alle più recenti definizioni tecniche e giuridiche di bosco, che tendono ad aggregare le aree boscate con quelle cespugliate. Si è quindi passati da ha 255.685 del 1976, ad ha 266.400 nel 1986 (Inventario Nazionale Forestale Italiano, 1986), agli ha 283.080 del 1996, in sede di rielaborazione del Piano antincendio regionale.

In tali formazioni boschive prevalgono i boschi degradati con il 23,42%, seguiti dalle conifere con il 16,01 %, latifoglie ad alto fusto (17,01%), formazioni di latifoglie a ceduo (22,27), formazioni miste ad alto fusto (21,29%),

La maggior parte di queste formazioni forestali è di proprietà pubblica regionale (ha 177.036) ed è gestita dal Dipartimento Azienda Regionale delle Foreste Demaniali.

Il demanio forestale è distribuito in tutto il territorio della regione, anche se i maggiori nuclei si accentrano in corrispondenza dei principali sistemi montuosi dell'isola (Madonie, Nebrodi, Etna, Sicani, Erei, altopiano Ibleo).

Nella distribuzione per province le maggiori superfici si ritrovano in quella di Palermo (ha 44.661), seguita da Catania (ha 32.755) e Messina (ha 19.356), mentre a Trapani (ha 9.810), Siracusa (ha 9.232) e Ragusa (ha 8.102) si ritrovano i valori più bassi (Fig. 4).

Si tratta di un vasto patrimonio boschivo che ricade spesso in aree di grande interesse naturalistico ed ambientale ed in cui sono presenti molti, se non la maggioranza, degli endemismi a rischio rarefazione e delle specie relitte a rischio estinzione precedentemente riportate.

ARTICOLAZIONE DEL PROGETTO

Nell'ambito della salvaguardia delle specie forestali endemiche e relitte della regione Sicilia, è stata intrapresa una collaborazione fra l'Istituto di Genetica Vegetale del CNR, sezione di Firenze e la Azienda Foresta Demaniali della Regione Sicilia, finanziata con fondi del Programma Operativo Plurifondo regionale 2000- 2006 (Regione Sicilia, 2000). Tale collaborazione ha permesso la realizzazione di un programma di ricerca su "*Valutazione e conservazione della variabilità del germoplasma forestale in Sicilia*".

Le specie da studiare e da caratterizzare sono state preliminarmente individuate considerando: a) specie autoctone a rischio di estinzione, inquinamento od erosione genetica; b) popolazioni locali più o meno isolate, a rischio di contrazione della distribuzione; c) popolazioni discontinue e marginali nell'areale della specie, di limitata estensione; d) biotipi a rischio di estinzione o di limitata diffusione spaziale, con interessi produttivi; e) biotipi di interesse culturale, storico e paesaggistico; f) popolazioni di specie legnose naturali di notevole diffusione ed importanza in Sicilia; e g) popolazioni di specie legnose di limitata diffusione ma suscettibili di impiego e diffusione nelle aree protette.

Gli obiettivi principali del programma prevedevano la:
 – individuazione delle specie forestali oggetto di conservazione, loro distribuzione e caratterizzazione tipologica; analisi dei fattori di erosione o pericolo di esistenza;
 – analisi e distribuzione della variabilità genetica inter ed intrapopolazione nelle specie sopra individuate;
 – realizzazione di una banca dati sul germoplasma forestale oggetto di conservazione, compresa una cartografia di riferimento;
 – definizione delle azioni e delle procedure di raccolta e conservazione del materiale di propagazione.

Le specie interessate, con le relative popolazioni, sono:
 – CONIFERE: *Abies nebrodensis*, *Pinus halepensis*, *Pinus pinaster*, *Pinus nigra*, *Taxus bacata*.
 – LATIFOGIE: *Fagus sylvatica*, *Quercus petraea*, *Quercus cerris*, *Quercus pubescens*, *Quercus ilex*, *Quercus suber*, *Quercus coccifera*, *Fraxinus ornus*, *Platanus orientalis*, *Ilex aquifolium*, *Betulla aetnensis*, *Zelkova sicula*.

Per tale studio, l'analisi della struttura genetica delle popolazioni è stata condotta con tecniche molecolari che consentono di analizzare le variazioni genetiche a livello di DNA (cloroplasto, mitocondrio, nucleo), con potenzialità elevatissime per un numero illimitato di marcatori.

RISULTATI

Il programma di ricerca si è sviluppato attraverso la:
 – individuazione delle specie forestali oggetto di conservazione, loro distribuzione e caratterizzazione tipologica; analisi dei fattori causa di erosione genetica e/o di estinzione;
 – analisi e distribuzione della variabilità genetica inter ed intra-popolazione nelle specie sopra individuate;
 – realizzazione di una banca dati sul germoplasma forestale

oggetto di conservazione, compresa una cartografia di riferimento;

– definizione delle azioni e delle procedure di raccolta e conservazione del materiale di propagazione.

A conclusione del lavoro, dopo 4 anni di intensa attività di campo e laboratorio, i risultati dello studio, costituiscono un importante elemento di conoscenza circa la variabilità inter ed intra-popolazione di alcune delle principali specie forestali isolane. La stima della variabilità genetica a livello di specie e la valutazione della sua distribuzione nell'interno delle entità sottospecifiche (popolazioni), forniscono infatti indicazioni indispensabili per la conservazione e la salvaguardia del germoplasma, nonché per la scelta dei popolamenti più adatti per fornire il materiale di base da impiegarsi negli interventi di rimboschimento e di ripristino ambientale.

Lo studio ha inoltre permesso: a) Per le specie *endemiche e relitte*, per le quali sono comunque noti i valori di rarità e le indicazioni circa i pericoli e le minacce, che rientrano in specifici elenchi di interesse conservativo e naturalistico, la definizione delle azioni di protezione *in situ* ed *ex situ*.

b) Per le specie ben rappresentate nell'edificazione dei soprassuoli forestali e che per le loro caratteristiche genetiche e la loro presenza in aree di omogeneità ecologica, rappresentano a tutti gli effetti i *serbatoi* genici dove è possibile provvedere alla raccolta di materiale di propagazione noto per la realizzazione di interventi di rimboschimento e di ripristino ambientale, le 1) azioni finalizzate alla conservazione della diversità stessa; 2) criteri per una corretta gestione ecologico – selvicolturale del patrimonio forestale dell'isola; 3) la definizione di elementi conoscitivi di base per la individuazione di nuclei e/o boschi da seme

Per alcuni popolamenti, come nel caso di *Quercus calliprinos* e di *Fagus sylvatica*, le ricerche hanno dato le alcune importanti informazioni sulla relazione tra specie e sulla struttura genetica. Per quanto riguarda la *Q. calliprinos*, lo studio ha dimostrato l'utilità e la validità della sequenza del *trnL-trnF* del cpDNA per studi filogenetici e per determinare le diverse entità tassonomiche delle Querce. In particolare si è visto che all'interno della famiglia delle *Fagaceae*, la regione intronica è utile per definire la specie mentre la regione intergenica avendo una maggiore variabilità è utile per studi a livello intraspecifico.

Tale sequenza permette di identificare i due gruppi sistematici della Quercia spinosa in *Q. coccifera* e *Q. calliprinos*. Inoltre è stato possibile identificare le popolazioni di quercia spinosa della Sardegna in *Q. calliprinos*.

Nel caso di *F. sylvatica*, il lavoro condotto tramite l'analisi di microsatellite plastidiali e regioni intergeniche del cloroplasto su alcune popolazioni italiane, ha messo in evidenza che le glaciazioni avvenute nel Quaternario hanno influenzato e determinato l'attuale struttura genetica delle popolazioni Italiane. Sembra che solo un aplotipo si sia diffuso dal sud risalendo la penisola fino alle Alpi marittime (Liguria). Gli altri aplotipi sono rimasti confinati lungo gli Appennini all'interno della penisola, e centri di variabilità si trovano sia nel sud che nel centro Italia. Tali "hot spot" di variabilità necessitano di approfondita analisi in quanto la loro conservazione può essere di primaria importanza ai fini di programmi di miglioramento come centri di "gene pool".

CONCLUSIONI

La Sicilia è una regione con una biodiversità vegetale elevatissima, che si concretizza in circa 2.700 taxa, molti dei quali endemici e/o relitti a rischio estinzione. Numerose sono le specie forestali interessate da tale pericolo, per le quali è necessario sviluppare, ulteriormente, una azione di salvaguardia attraverso la protezione degli ambienti naturali, la conservazione *in situ* ed *ex situ*, la realizzazione di centri pubblici per il germoplasma.

La mancanza di idonee conoscenze sulla variabilità delle singole specie interessate, ha costituito un ulteriore ostacolo per le citate attività, che si sta superando con una serie di iniziative di salvaguardia e tutela del germoplasma forestale ed agrario, previste dal Programma Operativo Regionale 2000-2006.

Per il settore forestale, con particolare riferimento a specie relitte ed endemiche, la mancanza di tali conoscenze, circa la variabilità delle popolazioni isolane, costituisce un primo elemento di difficoltà in quanto, solo attraverso l'analisi della variabilità inter ed intra – popolazione, è stato possibile definire le azioni finalizzate alla conservazione della diversità stessa ed i criteri per una corretta gestione ecologico – selvicolturale del patrimonio forestale dell'isola.

Sulla base di tali considerazioni è stato realizzato il programma di ricerca descritto, che ha permesso la caratterizzazione genetica delle principali popolazioni delle specie interessate, permettendo una migliore gestione dei programmi di salvaguardia delle specie forestali interessate, la mappatura genetica delle principali popolazioni forestali isolane, la definizione di elementi conoscitivi di base per la individuazione di nuclei e/o boschi da seme.

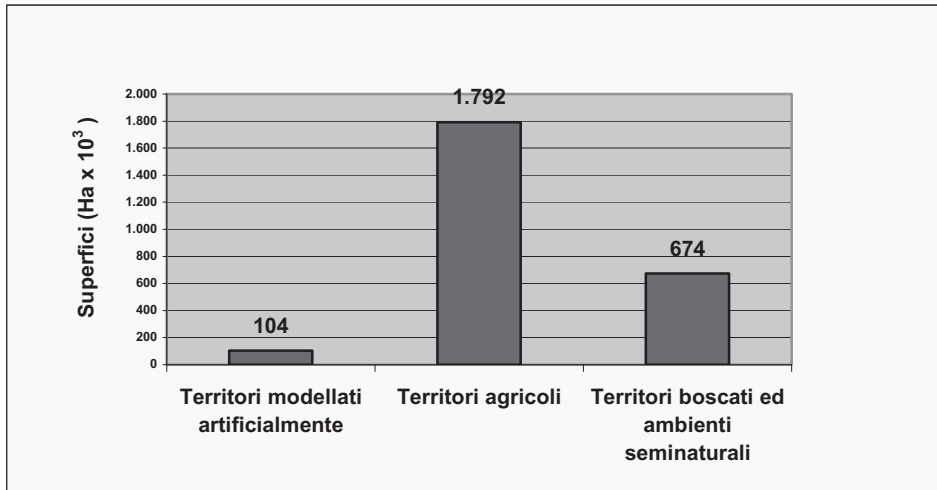


Figura 1. Regione Sicilia. Forme di uso del suolo e relative superfici (ARTA 1996).

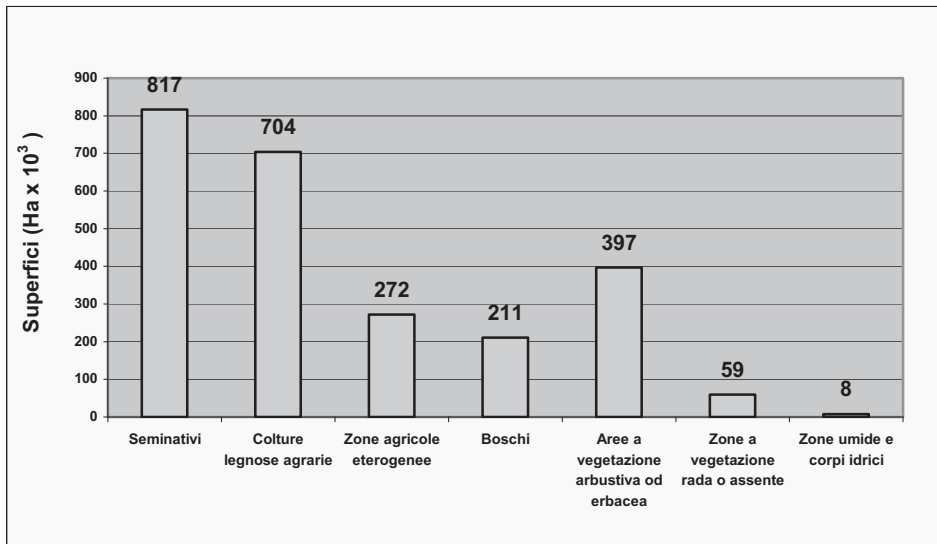


Figura 2. Regione Sicilia. Usi agricoli e forestali del suolo (ARTA 1996).

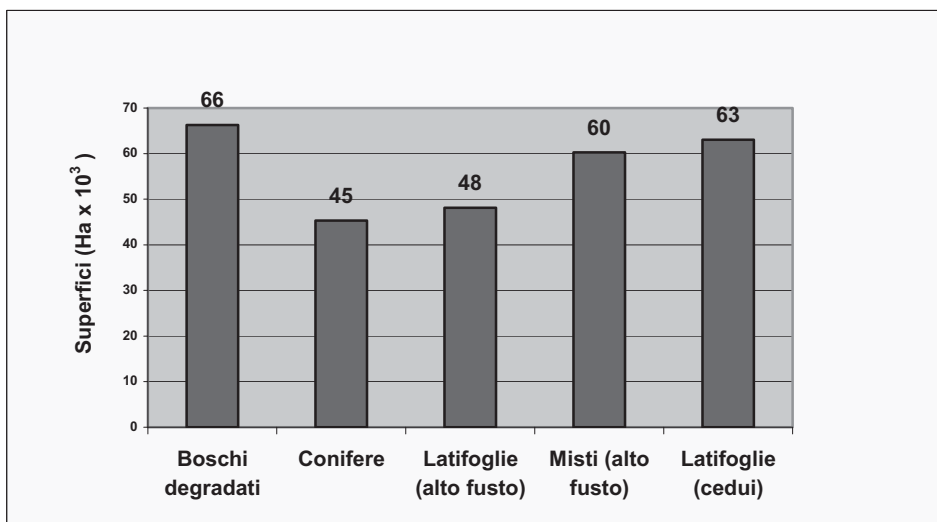


Figura 3. Regione Sicilia. Superfici boscate anno 1996.

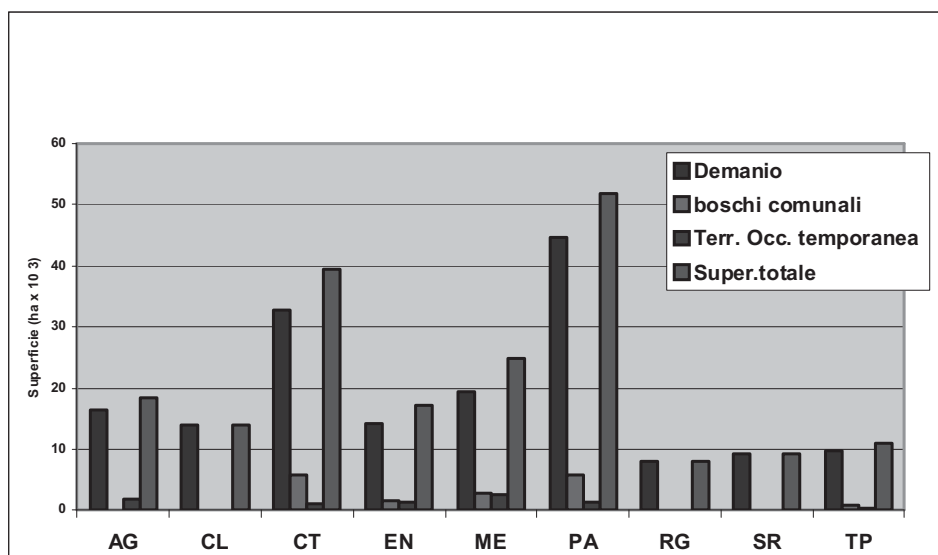


Figura 4. Regione Sicilia. Superfici boscate gestite dal Dipartimento Azienda Regionale foreste demaniali.

SUMMARY

Floristic biodiversity is quite remarkable in Sicily, with more than 2700 specific and infraspecific taxa. About 400 taxa are endemic and many of them are at risk of extinction.

This work introduces the result of a research realized by the Regional Forest Service (ARFD), for the genetic characterization of the main forest species of the island. The result allowed to define: 1) the actions finalized to the conservation of the risk extinction species; 2) the criteria for a corrected forestry management; 3) the base elements for the location of groups and/or forests for seed production.

RÉSUMÉ

La biodiversité végétale en Sicile est très remarquable, avec plus que 2700 taxa spécifiques et infraspécifiques. Environ 400 entités sont des endémiques et beaucoup sont à risque d'extinction. travail présente les résultats d'une recherche soignée de le Service Régional des Forêts (ARFD), pour la caractérisation génétique des principaux espèces forestières de l'île. Les résultats ont permis de définir : 1) les actions conclues à la conservation de les species à risque extinction ; 2) les critères pour une correcte gestion selvicolturale du patrimoine forestier de l'île; 3) éléments cognitifs de base pour la détermination de noyaux et/ou de bois de graine.

BIBLIOGRAFIA

AA.VV., 2007 – *Valutazione e conservazione della variabilità del germoplasma forestale in Sicilia*. Collana Sicilia Foreste. Palermo.
 Ehrlich P., Ehrlich A., 1981 – *Extinction*. Random House. New York.

Giannini R., Raddi P., 1998 – *Genetica e conservazione di piante forestali relitte e minacciate*. In Biodiversità. Germoplasma locale e sua valorizzazione. Atti del 4° Convegno Nazionale pp. 159-169, Alghero, Italia.

Lacy R.C., 1987 – *Loss of genetic diversity from managed population: interacting effects of drift, mutation, immigration, selection and population subdivision*. Conserv. Biol. 1: 143-158.

Mann C.C., 1991 – *Extinction: are ecologists crying wolf?* Science, 241: 1441-1449.

Myers N., 1989 – *Deforestation rates in tropical forests and their climatic implications*. London: Friends of the Earth.

Raimondo F.M., Schicchi R., Bazan G., 2001 – *Protezione delle specie endemiche minacciate. Iniziativa Comunitaria Interreg II C. Azione pilota Archi_med*. Tip. Luxograph s.r.l., Palermo.

Regione Sicilia. Assessorato Regionale Territorio ed Ambiente, 1996 – *Carta dell'uso del suolo*.

Regione Sicilia, 2000 – *Programma Operativo Regionale Sicilia 2000/2006*. Assessorato alla Programmazione. Palermo.

Saporito L., 1999 – *Aspetti ecologici e selvicolturali della quercia da sughero in Sicilia*. Sherwood, Foreste ed Alberi oggi, n° 51: 5-11.

Saporito L., 2001 – *Biodiversità e conservazione del germoplasma forestale in Sicilia*. Atti Seminario su "Biodiversità nei paesaggi agrari e forestali". A cura di IAED (International Association for Environmental Design). Collana editoriale Sicilia Foreste, volume 15.

Solbrig O.T., 1992 – *Biodiversity: an introduction*. In: Biodiversity and Global Change, IUBS (Paris): 13-20.

Van Delden W., 1992 – *Genetic diversity and its role in the survival of species*. In: Biodiversity and Global Change, IUBS (Paris): 41-56.

LA BANCA CENTRALE DEL DNA FORESTALE

(*) Dipartimento di tecnologie, ingegneria e scienze dell' Ambiente e delle Foreste, Università degli Studi della Tuscia, Viterbo

Da qualche mese è attiva la Banca Centrale del DNA Forestale nata per iniziativa del Dipartimento DAF dell'Università della Tuscia (Viterbo) e della Scuola Centrale del Corpo Forestale dello Stato. Lo scopo ideale della Banca è quello di sostenere lo spirito e le raccomandazioni della Convenzione sulla Biodiversità e i relativi accordi tra i paesi firmatari. L'obiettivo materiale è quello di giungere nei prossimi anni a raccogliere il DNA di tutte le specie forestali italiane, del Mediterraneo e dell'Europa continentale fino a rivolgersi allo scenario mondiale. Le banche del DNA rappresentano il più recente strumento per la conservazione del germoplasma animale e vegetale e molti paesi se ne sono già dotati. Al momento, però, tutte queste istituzioni raccolgono solo il DNA di un singolo individuo per ciascuna specie. La Banca italiana si distingue, a livello mondiale, per essere l'unica dedicata peculiarmente alle specie forestali e, soprattutto, per la sua impostazione scientifica. Infatti, non vengono raccolti singoli rappresentanti per specie, ma campioni rappresentativi delle varie popolazioni di ciascuna specie. Al deposito dei campioni di DNA è associato un erbario e un data base sulle caratteristiche bio-ecologiche, geografiche e storiche dei vari boschi registrati che rendono la Banca uno strumento scientifico completo ed avanzato. Per questi motivi la sua istituzione ha riscosso subito riconoscimenti positivi a livello internazionale e ha suscitato l'interesse del Comitato Centrale del Progetto *Barcoding*. Nel regno vegetale, il progetto *Barcoding* è tuttora in una fase iniziale. Le possibili implicazioni scientifico-applicative per una tale metodologia sono molteplici e spaziano dall'identificazione di una specie a diversi stadi del suo ciclo vitale (pollini, semi, semenzali) o a partire da frammenti lignei e/o fossili, agli inventari tassonomici ed ecologici di aree e regioni, per analisi ambientali e paesaggistiche.

Parole chiave: specie forestali, banca di DNA, biodiversità, *barcoding*.

Key words: forest tree species, DNA bank, biodiversity, *barcoding*.

Mots clés: essences forestières, banques de l'ADN, diversité biologique, *barcoding*.

1. INTRODUZIONE

Da tempo vari Paesi sono impegnati nella raccolta e nella conservazione delle risorse genetiche animali e vegetali, sia per finalità scientifiche che per motivazioni più utilitaristiche. L'Italia è stata precorritrice in questo settore attivando già negli anni Settanta del secolo scorso la prima Banca del Germoplasma delle varietà di cereali. Negli ultimi anni, invece, l'impegno del nostro Paese è progressivamente diminuito, sia per la contrazione dei finanziamenti destinati alla ricerca scientifica, sia per una più generale perdita di "dinamismo" della ricerca italiana legata, innanzitutto, all'innalzamento dell'età media dei ricercatori.

Si tratta di un abbandono delle posizioni acquisite particolarmente deplorabile perché oggi si assiste, a livello internazionale, ad una vera e propria fioritura di nuove iniziative in questo campo determinata senz'altro dalla messa a punto di nuove tecniche di conservazione, ma anche, e soprattutto, dal riconosciuto valore "strategico" delle risorse genetiche, al pari delle risorse non rinnovabili come quelle idriche o i combustibili fossili, in un momento in cui la perdita di biodiversità sul pianeta ha subito una formidabile accelerazione. Così, dietro precise indicazioni governative, diversi Paesi occidentali, dagli Stati Uniti ad Israele, si sono impegnati nella realizzazione di Biobanche per la conservazione dei documenti genetici. Il caso più noto, anche grazie all'interesse che ha riscosso presso i media, è stato quello della Norvegia che, con un finanziamento governativo di 8 milioni di dollari più altri 750.000 donati dalla Fondazione Gates, ha realizzato nell'isola di Spitsbergen

(arcipelago delle Svalbard), presso il polo Nord, un gigantesco deposito sotterraneo, la Nordic Gene Bank, dove custodire i semi di tutte le specie alimentari conosciute. Un ulteriore sviluppo delle Biobanche riguarda la costituzione di Banche internazionali del DNA, ovvero istituzioni normalmente legate a giardini botanici, università o enti di ricerca che si occupano dell'identificazione di specie caratteristiche o minacciate in una particolare area geografica, del loro campionamento e dell'estrazione e mantenimento indefinito del DNA, allo scopo di scambi per la ricerca e per la conservazione dell'informazione genetica.

Tra le diverse Banche internazionali del DNA vegetale si segnalano:

- RGB Kew DNA Bank, con oltre 22000 campioni rappresentanti della flora mondiale;
- la Banca del DNA del CNR di Bari, lanciata nel 2005 ed espressamente dedicata alle erbacee di interesse agronomico ad areale mediterraneo;
- Australian DNA Bank di Lismore (NSW) caratterizzata dall'obiettivo di raccogliere campioni di DNA di tutta la flora australiana;
- DNA Bank del Botanic Garden and Botanical Museum (BGBM) di Berlino, lanciata nell'aprile 2007, dedicata alle diverse specie vegetali coltivate e selvatiche di tutto il mondo;
- Brazilian DNA Bank del Botanical Garden di Rio de Janeiro, che si prefigge la raccolta delle oltre 1000 specie minacciate della flora brasiliana;
- DNA bank di Kirtenbosch, dedicata alla conservazione delle 2200 piante rare o minacciate del Sudafrica;

- Plant DNA Bank in Korea (PDBK);
- DNA Banking at the Missouri Botanical Garden di St. Louis (MO), specificatamente dedicata al supporto alle analisi molecolari di filogenesi.

In Italia, tutti gli sforzi in questo settore sono attualmente di tipo volontaristico e gravati da una effettiva mancanza di coordinamento nonostante le lodevoli iniziative della Rete Ribes e del Gruppo di Coordinamento promosso dall'APAT che raccoglie oltre cinquanta ricercatori interessati a tali tematiche.

2. LA BANCA CENTRALE DEL DNA FORESTALE (BCD)

Tra le più recenti iniziative si inserisce la Banca Centrale del DNA Forestale (acronimo BCD) nata per iniziativa del Dipartimento DAF dell'Università della Tuscia (Viterbo) e della Scuola Centrale del Corpo Forestale dello Stato. La BCD ha sede a Cittaducale (Rieti) ed è attiva da qualche mese, dopo l'inaugurazione ufficiale avvenuta l'8 febbraio 2007 alla presenza del Ministro per le Politiche Agricole e Forestali, Prof. Paolo De Castro. Lo scopo ideale della Banca è quello di sostenere lo spirito e le raccomandazioni della Convenzione sulla Biodiversità e i relativi accordi con i paesi firmatari. L'obiettivo materiale è quello di giungere nei prossimi anni a raccogliere il DNA di tutte le specie forestali italiane, del Mediterraneo e dell'Europa continentale fino a rivolgersi allo scenario mondiale.

Le banche del DNA rappresentano lo strumento più recente e tecnologicamente avanzato per la conservazione del germoplasma animale e vegetale e molti paesi se ne sono già dotati. Tutte le istituzioni elencate in precedenza prevedono la raccolta e la conservazione di tessuti vegetali deidratati (liofilizzati o in gel di silice) da cui estrarre il DNA su richiesta, campioni d'erbario, possibilmente campioni viventi in giardini botanici e informazioni sui campioni stessi (raccoltori, classificatori, luoghi d'origine, caratteristiche fito- e filogeografiche). Generalmente, però, solo un individuo per singola specie viene campionato e conservato.

La Banca italiana si distingue, a livello mondiale, per essere l'unica dedicata peculiarmente alle specie forestali e, soprattutto, per la sua impostazione scientifica centrata sulla conservazione dei materiali e delle informazioni relative non ai singoli individui, ma ad intere popolazioni rappresentative di un territorio ecologicamente omogeneo (regioni di provenienza). Inoltre, il metodo di conservazione adottato è risultato il più efficiente ed economico fra quelli finora applicati. Al deposito dei campioni di DNA sono associati un erbario e un data-base sulle caratteristiche bio-ecologiche, geografiche e storiche dei vari boschi registrati che rendono la Banca uno strumento scientifico completo e all'avanguardia. Il fine ultimo, infatti, risiede nella possibilità di disporre per ogni specie forestale di una collezione di DNA il più possibile rappresentativa delle risorse genetiche presenti all'interno dei singoli popolamenti, fornendo altresì dati di tipo storico e ambientale atti a descrivere le condizioni in cui le caratteristiche genetiche del popolamento si sono evolute.

Pertanto, l'archivio ("banca", nel linguaggio scientifico) del DNA forestale prevede la raccolta e la conservazione del patrimonio genetico (liofilizzato tissutale, DNA nucleare e organellare) delle specie arboree presenti in

una o più regioni (singoli individui e popolamenti), integrata con informazioni di tipo molecolare e cartografico, e la messa a disposizione della comunità scientifica internazionale di dati e aliquote del materiale stesso. In particolare, ogni campione vegetale è corredato da un codice numerico identificativo sia del liofilizzato tissutale, sia del campione di erbario opportunamente realizzato per costituire una testimonianza tangibile delle caratteristiche morfologiche dell'individuo raccolto. Al codice numerico corrispondono, su un database, una serie di informazioni, quali: la specie (nomenclatura scientifica e suo areale), la provenienza (regione, provincia e località di raccolta), la descrizione del popolamento (su basi floristiche, selvicolturali, di uso del suolo, fisiopatologiche, ecc.), la descrizione della stazione (esposizione, regime termico, pluviometrico, substrato pedologico), le coordinate GPS dell'individuo (latitudine, longitudine e quota), le caratteristiche dendrometriche, le foto, la data di raccolta e i riferimenti identificativi del raccoglitore, per concludere con la documentazione storico-archivistica a riguardo.

I criteri della rarità, della vulnerabilità e dell'endemicità sono sicuramente i primi ad essere considerati nella scelta del materiale da salvaguardare e rigenerare, ma non i soli. La "Banca centrale del DNA forestale" agisce anche da importante centro di studio per quanto concerne i taxa rappresentativi di habitat e per quelle entità ritenute fondamentali nella ricostituzione di aree degradate o fortemente compromesse.

Le discipline che beneficiano del materiale collezionato sono la genetica (classica, molecolare, popolazionistica), la sistematica, la filogenesi, con le relative ricadute nel campo della fisiologia, dell'ecologia, della biologia della conservazione, nonché la conservazione dell'ambiente.

In generale, la Banca del DNA Forestale si propone di operare nei seguenti settori:

- Studio dell'evoluzione di una struttura genetica;
- Realizzazione di un sistema di scambio di informazioni;
- Catalogazione di entità di particolare interesse;
- Conservazione nel tempo di una struttura genetica;
- Certificazione del materiale di propagazione forestale;

2.1 Studio dell'evoluzione di una struttura genetica

La Banca Centrale del DNA Forestale documenterà e provvederà a conservare il patrimonio genetico esistente in un *taxon* e in un popolamento forestale, in un dato momento e luogo geografico, come testimonianza tangibile dell'attuale, per confronti con le situazioni evolutive future della stessa specie e dello stesso luogo. La determinazione delle risorse genetiche dei taxa forestali, espresse come variabilità intra- e inter-specifica, consentirà anche la segnalazione di specie esposte alla minaccia di estinzione.

2.2 Realizzazione di un sistema di scambio di informazioni

La Banca del DNA Forestale si prefigge di facilitare la raccolta e lo scambio di materiale genetico e relative informazioni presso la comunità scientifica internazionale, al fine di rendere possibili e rapidi gli studi biogeografici su vasta scala, gli approfondimenti interdisciplinari e i confronti di risultati.

2.3 Catalogazione di entità di particolare interesse

Con questo approccio si renderà disponibile il materiale genetico di individui rari o particolarmente adattati a vivere in situazioni d'interesse (tipiche, inusuali, estreme), dai quali poter ottenere conoscenze preziose per il miglioramento genetico classico o, addirittura, geni da potersi utilizzare in programmi di ingegneria genetica.

2.4 Conservazione nel tempo

Il materiale genetico di una specie in via d'estinzione costituisce la testimonianza fisica e imperitura della sua presenza e del suo ruolo evolutivo. Si tratta di un punto fondamentale per l'attuazione di ricerche ecologiche e sistematiche di tipo storico, consentendo, inoltre, di preservare nel tempo l'immensa ricchezza di un'informazione biologica che altrimenti andrebbe perduta per sempre.

2.5 Certificazione del materiale di propagazione forestale

Il D.L. 10.11.2003 n. 386 "Attuazione della direttiva 1999/105/CE relativa alla commercializzazione dei materiali forestali di moltiplicazione" prevede che tutto il materiale vivaistico destinato alle attività forestali sia sottoposto ad una rigidissima serie di controlli che evitino il cosiddetto inquinamento genetico. A tale scopo, deve essere possibile conoscere in qualsiasi momento l'origine e la provenienza di ciascun materiale. Alla base di tutto il processo vi è la creazione di standard, a livello centrale e regionale, il cui fulcro è rappresentato dalla Banca del DNA, che costituirebbe il punto di riferimento principale per qualsiasi operazione di controllo, accertamento e certificazione.

3. LA BANCA DEL DNA FORESTALE ED IL PROGETTO BARCODING

Per questi motivi l'istituzione della Banca ha riscosso subito riconoscimenti positivi a livello internazionale e ha suscitato l'interesse del Comitato Centrale del Progetto Barcoding.

Il "DNA barcoding" (letteralmente, "codice a barre del DNA") consiste nell'uso di un piccolo frammento del DNA di un individuo come strumento di identificazione rapida e incontrovertibile della specie di appartenenza. Le utilizzazioni possibili per una tale tecnologia sono, ad esempio: identificazione di una specie a diversi stadi del suo ciclo vitale (pollini, semi, semenzali); identificazione di una specie a partire da frammenti lignei e/o fossili; biologia e medicina forense; controlli e verifiche di erbe medicinali e alimenti; biosicurezza e commercio di specie controllate; inventari tassonomici ed ecologici di aree e regioni, per analisi ambientali e paesaggistiche. Tale processo è già stato avviato nel regno animale. Invece nel regno vegetale, per il quale le conoscenze a livello genetico e molecolare sono ancora limitate, il progetto Barcoding è tuttora in una fase iniziale (messa a punto dei protocolli standardizzati, verifica dell'universalità delle tecniche approntate).

Il Consorzio per il Codice a Barre della Vita (Consortium for the Barcode of Life, CBOL) è un'iniziativa internazionale, alla quale prendono parte diverse Istituzioni di Ricerca tra le quali: i Giardini Botanici di Londra (Kew Garden), New York ed Edimburgo, i Musei di Storia Naturale di Londra e Copenhagen, varie Università di Inghilterra, Canada, Stati Uniti, Messico, Brasile, Sudafrica, etc., oltre a vari Istituti Nazionali di Ricerca sulla Biodiversità. Il nostro Paese si è attivato solo recentemente, grazie all'interessamento della Prof.ssa C. Saccone (CNR e Università di Bari, membro ufficiale Comitato Direttivo del CBOL) per il settore animale, mentre il settore vegetale è ancora nella fase di costituzione dei gruppi di lavoro. L'Università della Tuscia, grazie alle sue competenze in biologia molecolare e genetica delle specie forestali, è entrata a far parte del consorzio coordinando un gruppo di lavoro interuniversitario (Università di Bari, Cosenza, Firenze e CNR Bari), denominato FORBOL, per l'applicazione dell'approccio Barcoding alle specie forestali e vi sono concrete possibilità che, con la Banca Centrale del DNA Forestale, possa diventare il centro internazionale di raccolta e conservazione dei campioni analizzati e da analizzare. Infatti, a livello internazionale sta diventando sempre più pressante la necessità di disporre di un "deposito" ufficiale ove possano essere conservati gli standard di riferimento, sia dei diversi taxa che dei DNA stessi, per eventuali confronti ed approfondimenti.

4. PRIMI RISULTATI CONSEGUITI

Attualmente (30 settembre 2008), cioè dopo il primo anno di reale attività, presso la Banca del DNA Forestale sono conservati 727 campioni di DNA (Fig. 1), appartenenti a 48 specie forestali (Fig. 2), delle quali 30 appartenenti alla dendroflora italiana. Di ciascuna specie sono disponibili da 1 (per le specie non sociali) a 10 individui per popolamento. La ripartizione geografica dei popolamenti disponibili è mostrata nelle Fig. 3-5. Al momento, spicca per numerosità e interesse potenziale dei campioni, la collezione delle querce (24 specie eurasiatiche), e specificatamente quella dedicata a *Quercus cerris* (150 individui, 30 popolamenti) e a *Q. crenata* (100 individui). Tra le provenienze estere, invece, meritano attenzione alcuni endemismi della Macaronesia e del Libano. I campioni conservati fino ad oggi e quelli che seguiranno nell'immediato futuro hanno consentito al nostro gruppo di ricerca l'avviamento di programmi di studio di respiro internazionale sulla filogeografia di *Quercus cerris* e *Quercus suber*, la filogeografia e conservazione di endemismi macaronesiani, l'applicazione del Barcoding a *Oleaceae*, *Aceraceae* e *Fagaceae* italiane, il Barcoding delle *Fagales* Eurasiatiche e il Barcoding della vegetazione di un'area protetta italiana (Oasi WWF di Alviano).

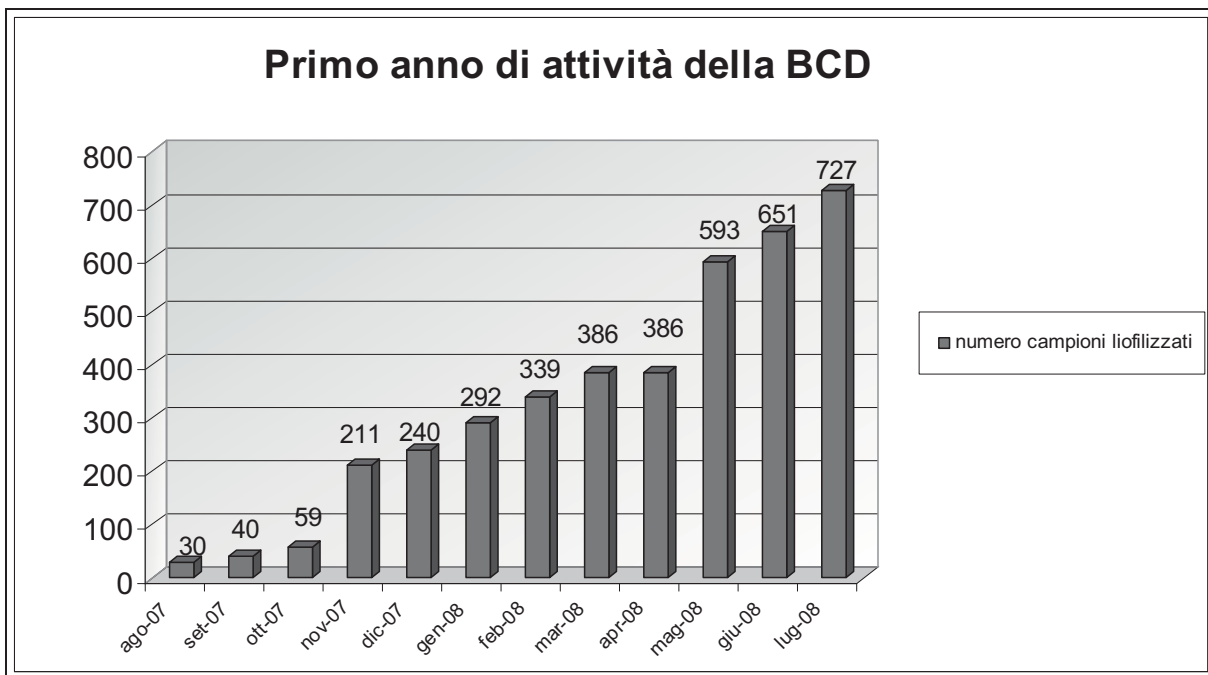


Figura 1. Crescita della Banca Centrale del DNA Forestale.

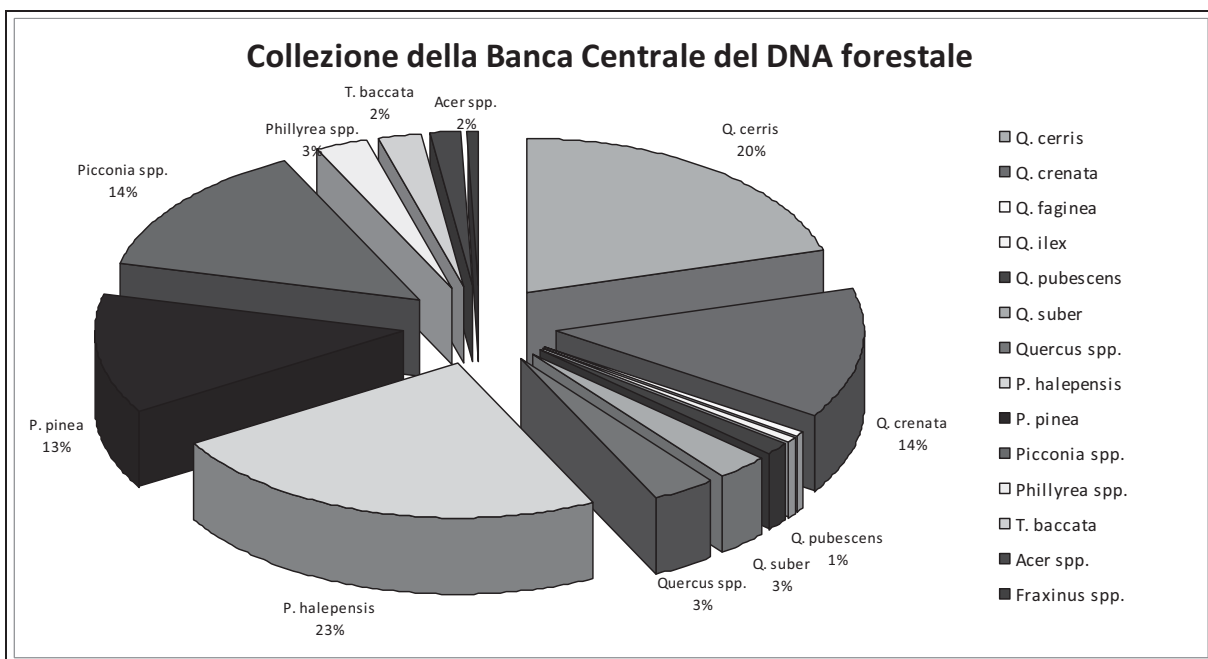


Figura 2. Suddivisione dei campioni di DNA conservati presso la Banca.

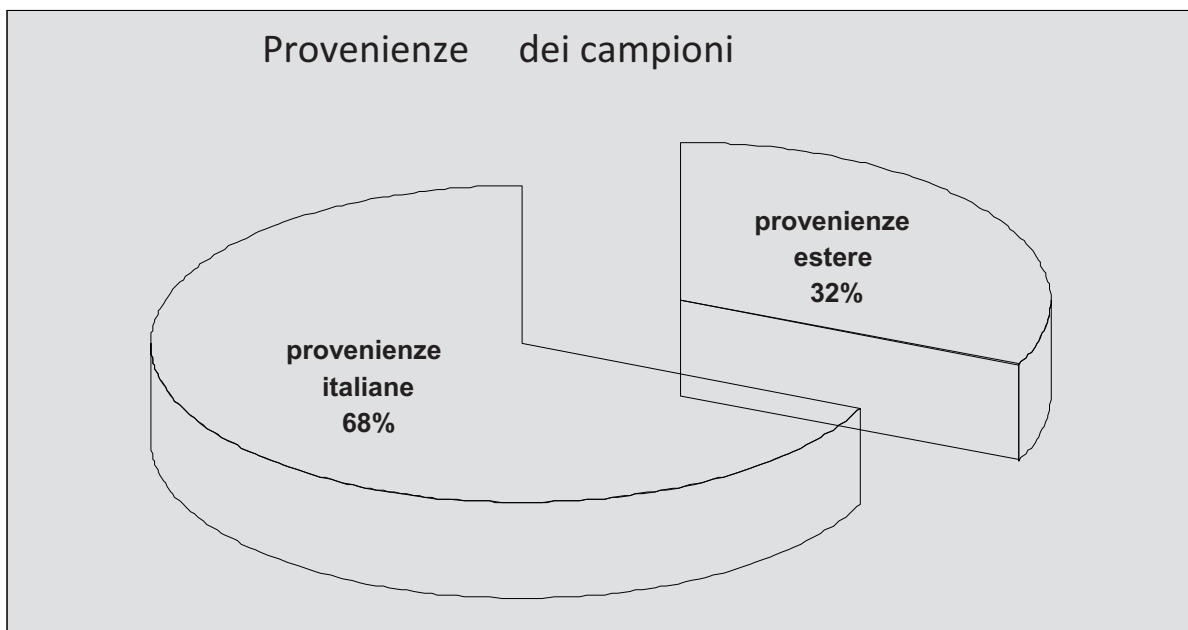


Figura 3. Ripartizione geografica delle provenienze dei campioni.

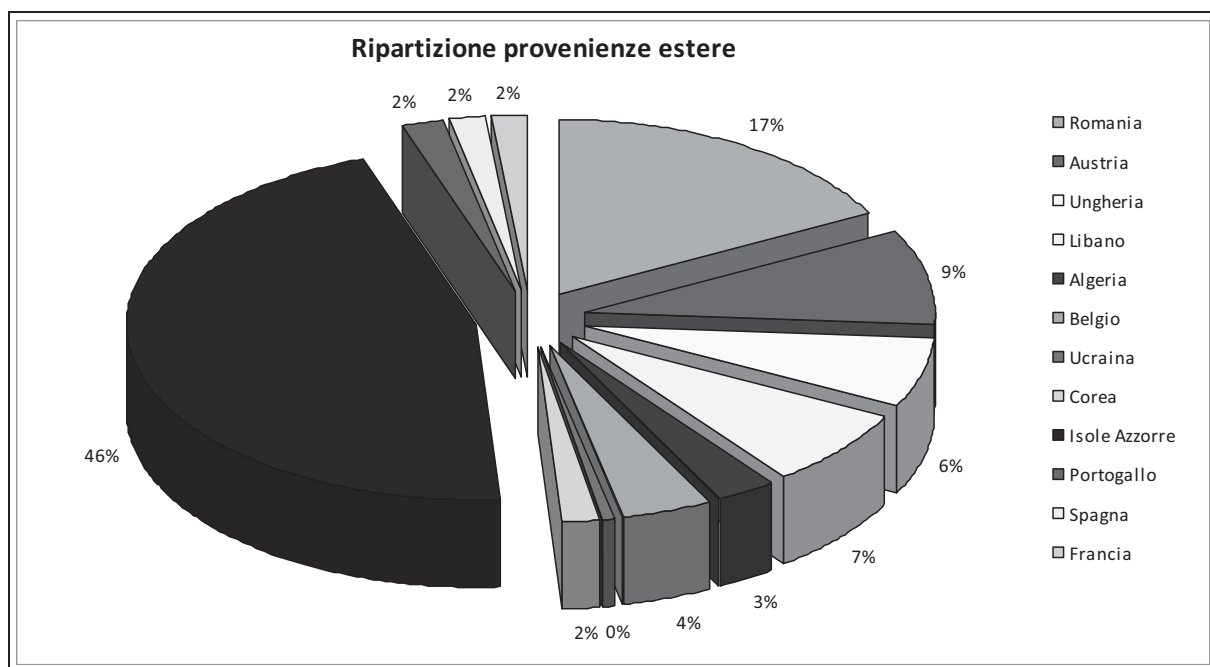


Figura 4. Ripartizione delle provenienze estere per Paesi.

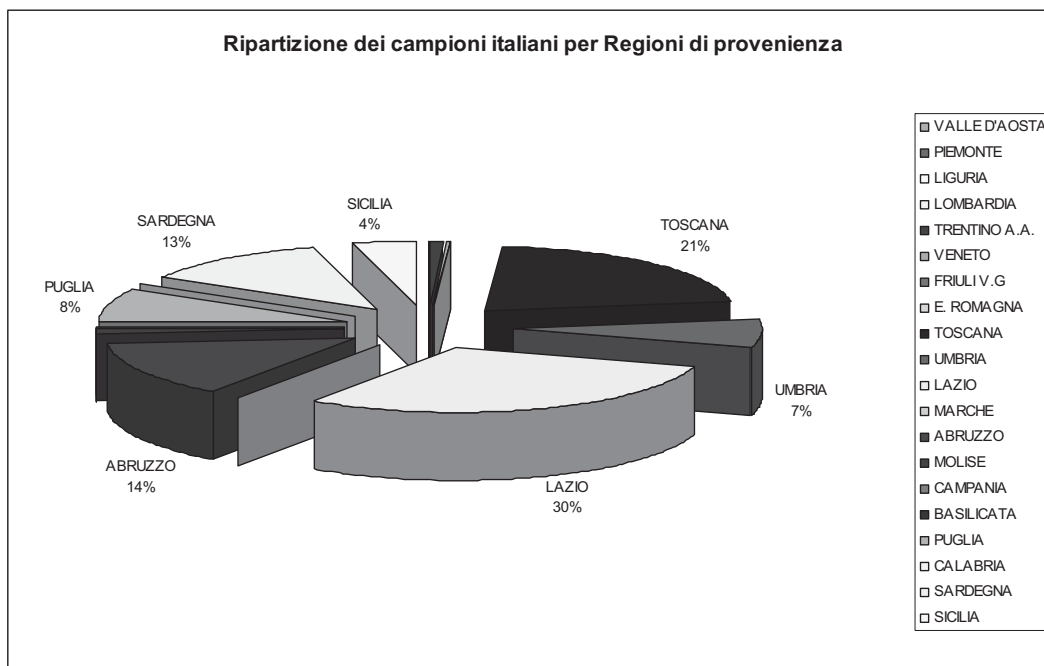


Figura 5. Ripartizione delle provenienze Italiane per Regioni amministrative.

SUMMARY

FOREST CENTRAL DNA BANK

In January 2007 the Department of technology, engineering and science of Forest and Environment (DAF) of the Tuscia University, Viterbo (Italy), has established the Forest Central DNA Bank in collaboration with the Italian National Forest Service. The Bank was purpose built to collect DNA from all Mediterranean tree species, in the framework of CBD Convention and Strasbourg Resolution S2. The major goal of the collection relies on the harvesting of DNA samples from tree populations, instead of single individuals per species, in order to catch a representative amount of the genetic resources existing in every population. In addition, biological, ecological, biogeographical and historical information of the material will be collected and stored. With the aim to facilitate taxonomic and evolutionary studies world-wide, the DNA bank might take an active role in various genomics, phylogeographic and biodiversity analysis projects related to forest tree species of the future. Furthermore, the genetic resources of endangered and critic species will undergo long-term DNA conservation to provide physical proofs of their historical occurrence and evolution in a given area. This will allow accuracy in the future application of ecological, phylogeographical, and biodiversity studies, *ex-situ* and *in-situ* conservation techniques will benefit of the Bank database and results. In reason of its peculiarity, the Forest Central DNA Bank has joined recently the International Barcoding Initiative. The main implications of Barcoding span from species identification at early stages of development or fossil remains, to evolutionary trends and landscape management.

RÉSUMÉ

LA BANQUE CENTRALE DE L'ADN DES ESSENCES FORESTIÈRES

La Banque Centrale de l'ADN des essences forestières a été mis en service il y a quelque mois. Souhaitée par le Département DAF de l'Université de la Tuscia (Viterbo) et l'École Centrale de l'Administration des Eaux et des Forêts, son objectif général est de venir en soutien à la Convention sur la diversité Biologique au travers la collecte de l'ADN de toutes les essences forestières italiennes, celles de la Méditerranée et de l'Europe continentale pour s'étendre enfin vers la scène mondiale. Les banques de l'ADN sont l'instrument le plus récente pour la conservation du matériel génétique animale et végétale, mais toutes ces institutions collectent seulement un individu pour chaque espèce. La Banque italienne c'est l'unique au monde spécialisée en essences forestières et dans la quel il y a différents échantillons représentatifs de différents peuplements pour chaque espèce. Au dépôt des échantillons c'est associé un herbier et une base de données avec les caractéristiques biologiques, géographiques et historiques pour chaque provenance, en cette manière la Banque devienne un instrument scientifique complet et d'avant-garde. Pour ces raisons la Banque a eu positives reconnaissances au niveau internationale et a susciter l'intérêt du Comité Central du Projet *Barcoding*. Dans le règne végétal, le projet *Barcoding* c'est dans la phase initiale. Les implications scientifiques et applicatives possibles pour cette méthodologie sont multiples en embrassant l'identification d'une espèce dans les différents stades de développement (pollen, graine, plante) ou à partir des fragments de bois et/ou fossiles, et les inventaires taxonomiques et écologiques des aires et régions, pour les analyses environnementales et du paysage.

SELVICOLTURA NEI TIPI NEOFORESTALI DEL TRENINO

(*) Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali, Università degli Studi di Padova

Il fenomeno dell'avanzamento del bosco su terreni post-culturali, ampiamente documentato sulle Alpi e in Europa, ha importanti conseguenze sulla stabilità dei versanti, sui regimi idrogeologici, sulla biodiversità e sul paesaggio antropico; inoltre i boschi che si formano a seguito dell'abbandono dell'agricoltura e della pastorizia assolvono molteplici funzioni. Per questo motivo è opportuno inquadrarne le possibili tecniche di gestione. Nel presente articolo è proposta una sintesi delle principali caratteristiche ecologiche, biometriche e dell'accessibilità dei tipi neoforestali trentini. L'analisi è basata sui dati raccolti nel corso di un campionamento a due stadi, condotto sull'intero territorio provinciale, che ha permesso il rilevamento sul campo di 291 popolamenti di neoformazione. La gestione condotta in Trentino è riconducibile a quattro tipologie: a) sfolli e diradamenti; b) ceduzione con rilascio delle latifoglie nobili; c) impianti sotto copertura; d) miglioramenti ambientali. La ceduzione e gli impianti sono effettuati con criteri consuetudinari o sperimentali, che andrebbero parametrizzati. L'esperienza nei miglioramenti ambientali è ampia e meriterebbe un monitoraggio degli effetti degli interventi svolto a scala provinciale. Dall'analisi ecologica è emersa, aspetto positivo, una quota di latifoglie notevolmente superiore a quella dei boschi maturi, ed è stata confermata l'invasione di fitocenosi erbacee di notevole interesse naturalistico (*Festuco-Brometalia* e *Molinietalia*). Infine, è stata riscontrata una non trascurabile partecipazione di neofite, i cui potenziali effetti d'inquinamento genetico, andrebbero approfonditi.

Parole chiave: paesaggio alpino, boschi di neoformazione, gestione, neofite invasive.

Key words: alpine landscape, recent secondary woodlands, management, invasive non-native species.

Mots clés: paysage alpin, forêts de néoformation, gestion, néophytes envahissantes.

1. INTRODUZIONE

È noto che l'abbandono colturale, col regresso delle pratiche agricole e pastorali, avvia una successione secondaria che, in tempi e con modi diversi secondo le condizioni d'ambiente, di clima e suolo, porta alla spontanea formazione di nuovi ecosistemi dominati da alberi e arbusti. Pur con locali differenze, in Europa le foreste sono in continuo aumento da almeno due secoli (Watkins, 1993), con ritmi che negli ultimi tre lustri si sono assestati intorno a 0,07% annuo. Quasi metà della superficie recuperata dai boschi si colloca in Spagna e in Italia (MCPFE, 2007); le Alpi sono la regione nella quale il processo è più evidente e più studiato.

Le cause della trasformazione del paesaggio sono principalmente di natura socio-economica: l'esodo dei giovani dalla montagna, il cambiamento dell'economia nelle terre alte, l'abbandono delle superfici meno idonee all'impiego delle moderne tecniche di coltivazione; ma in alcuni casi le trasformazioni del paesaggio sono esaltate dai cambiamenti ambientali, soprattutto dal riscaldamento della Terra cui si attribuisce parte della responsabilità dell'innalzamento del limite superiore del bosco (Mac Donald *et al.*, 2000).

Lo spopolamento delle Alpi non è fenomeno di questi anni; pur essendo documentato già alla fine del XIX secolo (Zanzi, 2003), le trasformazioni del paesaggio rurale che esso produce interessano la scienza solo dalla seconda metà del secolo scorso. S'è visto allora che l'incremento della superficie forestale non dipende solo dalla riduzione delle popolazioni, quanto piuttosto dalle dinamiche demografiche in rapporto alle fasce altimetriche (Busi,

1973), dinamiche che sono stimulate e complicate da fattori economici specifici di ben precisi ambiti geografici (Irwin, Geoghegan, 2001; Gellrich *et al.*, 2007).

Anche le conseguenze del rimboschimento naturale sono eterogenee (Piussi, 2002); si va dall'accresciuta regolarità dei deflussi idrometeorici alla riduzione del rischio di erosione idrica, specie in ambiente mediterraneo (García-Ruiz *et al.*, 1996), cui spesso si oppone l'abbandono dei terrazzamenti e delle reti di drenaggio, con conseguenze non sempre prevedibili (Carl, Richter, 1989; Vaudour, 1991; Gallart *et al.*, 1994; Di Pietro, Filibek, 2000). Per contro tende a ridursi la ricchezza in specie vegetali (Lindborg, Eriksson, 2004), ma anche dell'avifauna, degli anfibi e dei rettili legati agli spazi aperti e agli ecotoni (Laiolo *et al.*, 2004). Si banalizza il mosaico ecopaesistico connesso alle tradizionali attività montane, spesso ricercate e apprezzate dai turisti (Hunziker, 1995; Piussi, Pettenella, 2000; Agnoletti, 2002).

La selvicoltura deve oggi occuparsi delle strategie di gestione di questi nuovi boschi di neoformazione; la selvicoltura naturalistica, mirata ad assecondare il dinamismo spontaneo del bosco, potrebbe infatti non riuscire a ottimizzare le nuove relazioni tra boschi, natura e società (Paci, 2004).

Molti sono gli studi tipologici avviati per inquadrare anche le neoformazioni. Benché molte "tipologie" facciano riferimento a unità di neoformazione e ne suggeriscano il trattamento (Del Favero *et al.*, 1998; Del Favero, 2000; IPLA, 2001 La Mantia *et al.*, 2000, 2001; Odasso, 2002; Camerano *et al.*, 2004), manca ancora un organico inquadramento tipologico a scala regionale ed espressamente dedicato a queste cenosi.

In questo articolo si propone una sintesi dei principali caratteri ecologici e selvicolturali rilevati nei boschi di neoformazione del trentino, con cenni alle esperienze di gestione condotte in quella provincia, con attenzione al valore posseduto dai nuovi popolamenti e dalle pregresse formazioni antropogene sulle quali i nuovi boschi, con più frequenza, tendono a insediarsi. Per una più estesa ed accurata trattazione si rimanda a Sitzia (in stampa).

2. AREA DI STUDIO

La Provincia di Trento si estende su 6212 km²; 56% è coperta da boschi, soprattutto peccete, abetine e lariceti e, in minore misura, faggete, cembrete e boschi submontani e collinari. Il fitoclima è variabile: accanto a settori a impronta quasi oceanica ve ne sono altri submediterranei, e altri xerici e francamente continentali, come le valli interne. La variabilità altimetrica è una delle principali concause dell'eterogeneità climatica, che si riflette sulla vegetazione potenziale, caratterizzata da un'ampia varietà di *climax* fitocenotici zonali, extrazonali ed intrazonali, non sempre pienamente espressi a causa del disturbo antropico legato all'urbanizzazione e alle attività agricole (Gafta, Pedrotti, 1998), ma anche dell'abbandono dei territori rurali.

Le foreste del Trentino sono costantemente cresciute dal Settecento, epoca della loro minima estensione (Agnolletti, 1998); s'è contratto il ceduo, passato da 43% nel 1920, a 39% nel 1950, a 22% nel 1998 e a 11% nel 2007, con progressivo incremento del faggio e di altre latifoglie (Gandolfo, 2006). Secondo recenti stime, basate su un campionamento esteso sull'intera area forestale, il tasso medio annuo di espansione del bosco dal 1973 al 1999-2000 è stato di 0.1%, valore analogo a quello riscontrato in territori ecologicamente simili dell'area alpina (Zimmermann *et al.*, 2007).

3. METODI

L'analisi della gestione è fondata sui dati di un campionamento a due stadi dell'intero territorio provinciale sviluppato per dare dimensione ai boschi di neoformazione (progetto "Neoboschi"). Nel primo stadio sono state selezionate casualmente 100 areole quadrate con ripetizione da una griglia con maglia di 4 km, con probabilità di estrazione proporzionale a una variabile ausiliaria.

Nel secondo stadio, 100 punti di campionamento sono stati casualmente distribuiti tra i quadrati selezionati al primo stadio e, in ogni punto, sono stati valutati i cambiamenti d'uso del suolo avvenuti tra il 1973 e il 1999-2000, dal confronto tra due aerofotogrammi. 291 punti (copertura $\geq 20\%$, altezza media ≥ 2 m, superficie ≥ 1000 m², larghezza ≥ 10 m) dei 334 classificati come boschi secondari, sono stati studiati sul campo attraverso l'applicazione del protocollo di rilevamento riportato in De Natale *et al.* (2004). Alcuni dati sono stati ricavati attraverso uso di cartografie tematiche e GIS. A 261 delle aree rilevate è stato possibile attribuire con sicurezza il tipo forestale che di seguito chiameremo "tipo neoforestale". Circa il metodo di calcolo statistico si rimanda a Corona (2000). Si farà riferimento alle medie e agli intervalli di confidenza al 95%.

4. RISULTATI E DISCUSSIONE

Le neoformazioni coprivano 2.9 ± 0.6 % del Trentino. 80 ± 5 % dei popolamenti erano d'origine naturale, 15 ± 5 % origine mista, e solo 5 ± 4 % sono classificabili come artificiali. La distribuzione altitudinale presentava frequenze maggiori sotto 1200 m e tra 1600 e 1800 m, su pendii esposti a sud e moderatamente pendenti. Nel 54 ± 6 % dei popolamenti c'erano alberi preesistenti all'abbandono colturale, soprattutto abeti rossi e larici. La rinnovazione naturale era presente nel 59 ± 9 % dei campioni, con densità abbondante nel $20 \pm 7\%$ dei casi e distribuzione quasi sempre diffusa ($72 \pm 7\%$), con partecipazione prevalente di latifoglie (frassino maggiore, nocciolo, faggio e carpino nero), abete rosso e larice.

Gli indici biometrici assumevano valori tipici dei primi stadi di ricolonizzazione, il cui limite superiore è fissato da Salbitano (1987) a 20 m²ha⁻¹ di area basimetrica: gli alberi piccoli ($d < 10$ cm) avevano densità di 2005 ± 418 ha⁻¹ e area basimetrica di 4.28 ± 0.76 m²/ha, mentre quelle degli alberi grossi ($d \geq 10$ cm) erano, rispettivamente, di 473 ± 62 m² e 13.72 ± 2.1 m²/ha. Come l'area basimetrica, anche la prevalenza di strutture irregolari (Figura 1) dimostra che i popolamenti si trovano in stadi precoci di ricolonizzazione e dà una prima spiegazione del fatto che, nonostante i boschi siano nel 75 ± 8 % dei casi distanti dalla più vicina strada ≤ 200 m (Figura 2) e poco interessati da fitopatologie, solo 21 ± 5 % siano stati recentemente utilizzati.

Il contesto eco-paesistico dei campioni era nella maggior parte dei casi boschivo (68 ± 8 %), mentre 89 ± 5 % dell'uso del suolo precedente era prato o pascolo; 60 ± 8 % dei popolamenti conservava testimonianza dell'uso passato, come terrazzamenti e confinazioni (Figura 3). I corileti, i robinieti e ailanteti e gli ostrieti secondari erano più frequenti su versanti terrazzati (test χ^2 , $p < 0.01$.) Le dinamiche spaziali delle successioni osservate seguivano maggiormente il modello della nucleazione (45 ± 7 %), quindi quello frontale (37 ± 8 %) e una sua variante data dalla chiusura di un margine boschivo un tempo discontinuo (18 ± 5 %). Le categorie neoforestali erano distribuite come riportato in Tabella 1.

Rispetto a quella provinciale, la quota di latifoglie è notevolmente maggiore, specialmente nella rinnovazione naturale. Ciò conferma come la selvicoltura attuata fin dalla fine del XIX secolo privilegiasse le conifere (Agnolletti, 1998) e l'opportunità di rispettare queste neoformazioni per restituire tracce dell'originale assetto al paesaggio forestale di questa terra. La distribuzione delle specie e la composizione dei campioni confermano i risultati di numerosi studi al riguardo dell'avanzamento dei tipi xero-termofili sulle cenosi erbacee dei *Festuco-Brometalia* (Frisinghelli *et al.*, 1996), e di quelli dei suoli idrici sulle cenosi erbacee dei *Molinietalia* (Gafta, Canullo, 1992; Pedrotti, 2004). Ciò pone anche in evidenza il rischio di regressione per molte specie della flora (Prosser, 2001) e della fauna selvatica (Pedrini *et al.*, 2005) oltre che di molti habitat di interesse comunitario (Lasen, 2006) a seguito di questi cambiamenti. In secondo luogo viene anche confermato, a scala regionale, il rischio di perdita di pregevoli paesaggi culturali, quelli documentati dai segni dell'uso tradizionale delle terre montane (Paiero, 1973). I tipi neoforestali dominati da neofite, in particolare

gli ailanteti, ancora poco studiati sulle Alpi meridionali (Kowarik, Säumel, 2007), hanno una frequenza superiore alle attese, documentando così la forza competitiva di queste specie in contesti ambientali in rapida evoluzione. Altri aspetti interessanti sono la frequente presenza di semenzali di noce comune e di noce nero, pur se dall'avvenire incerto. Alla perdita di prati e pascoli ricchi di specie si associa l'aspetto positivo del recupero, nelle fasce collinari, di boschetti con rovere e, più raramente, con farnia, specie a rischio nel Trentino (Prosser, 2001), e con olmo campestre, oltre la presenza di cerro nella rinnovazione naturale di alcuni popolamenti, segno di vitalità di questa specie nei consorzi collinari di latifoglie.

La gestione, a fini produttivi, di queste cenosi ne prevede l'utilizzo per legna da ardere, caso frequente nelle alnete extraripariali di ontano bianco e nei corileti, dove viene applicato il ceduo a gruppi con rilascio delle latifoglie nobili. Negli aceri-frassineti sono stati applicati interventi miranti a dare avvenire ai soggetti migliori, secondo i concetti della selvicoltura d'albero (Gaudin, Naudin, 1996), tenendo conto della mediocre qualità e della densità, non idonee a definire criteri di selvicoltura di qualità. Nelle alnete extraripariali, invece, sono stati effettuati impianti di latifoglie sotto copertura, a piccoli gruppi, per assecondare le dinamiche ecologiche e aumentarne la complessità strutturale. Nei popolamenti di abete rosso e di larice del piano montano e altimontano vengono applicati sfolli e diradamenti intercalari, più spesso con la tecnica a gruppi.

Piuttosto ricca è l'esperienza in tema di miglioramenti ambientali per la conservazione di habitat di specie animali di interesse naturalistico, come i Galliformi, specialmente nelle neoformazioni subalpine di conifere, nelle alnete di ontano verde e nelle mughete secondarie. Gli interventi sono calibrati sui dati dei censimenti faunistici e rispettano il periodo riproduttivo delle specie (Odasso *et al.*, 2002; Brugnoli e Giancesini, 2007).

5. CONCLUSIONI

Il Trentino è coperto da neoformazioni boschive, insediate negli ultimi 30 anni, su circa 18218±3267 ettari di prati e coltivi abbandonati. Qui si stanno sviluppando valori naturalistici, paesaggistici e culturali interessanti e degni d'essere coerentemente gestiti, anche se il processo è spesso negativo perché cancella importanti aspetti di biodiversità, storia e cultura rurale.

La gestione più frequentemente oggi praticata in Trentino si riconduce alle seguenti tipologie: a) sfolli e diradamenti; b) ceduzazione con rilascio delle latifoglie nobili; c) impianti sotto copertura; d) miglioramenti ambientali. Ai miglioramenti ambientali la recente Legge Provinciale n. 11 del 2007 riconosce un ruolo fondamentale equiparandoli agli interventi culturali e facendoli rientrare nell'ambito professionale del selvicoltore.

I risultati e della gestione verificati sul campo suggeriscono approfondimenti di studi e di ricerche, soprattutto sulle neoformazioni a neofite, con programmazione di un monitoraggio, che potrebbe avvalersi delle aree di saggio permanenti del progetto "Neoboschi", promosso dal Servizio Foreste ed espressamente dedicato ai boschi di neoformazione. Anche gli effetti degli interventi di miglioramento

ambientale devono essere monitorati per coglierne gli effetti nel medio termine. Devono poi essere adeguatamente parametrizzati, assieme agli interventi selvicolturali di arricchimento, anche quelli applicati ad alcuni cedui di neoformazione (alnete, corileti) e svolti attualmente su base consuetudinaria. Si è infine notata l'assenza di obiettivi sociali per queste neoformazioni, che vanno invece definiti sia con attenzione alla popolazione, sia con riguardo alle attese dei turisti, attenti sia al paesaggio sia alla cultura che esso trasmette.

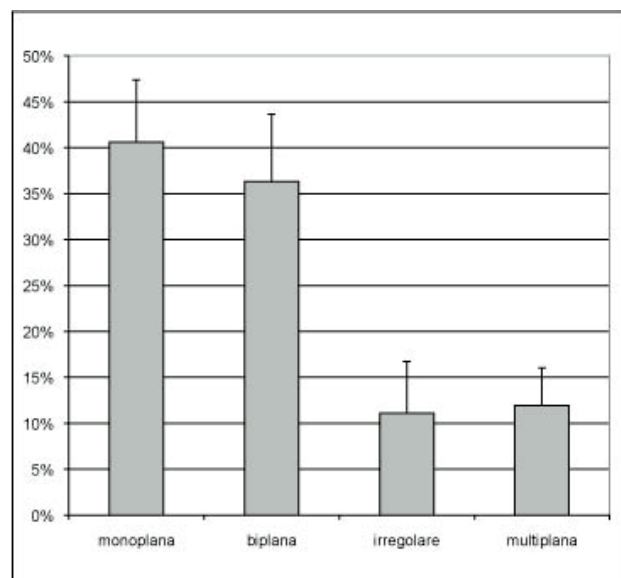


Figura 1. Struttura dei boschi di neoformazione trentini (n = 291).

Figure 1. Structure of the post-abandonment secondary woodlands in Trentino (n = 291).

Figure 1. Structure des bois de néoformation du Trentino (n = 261).

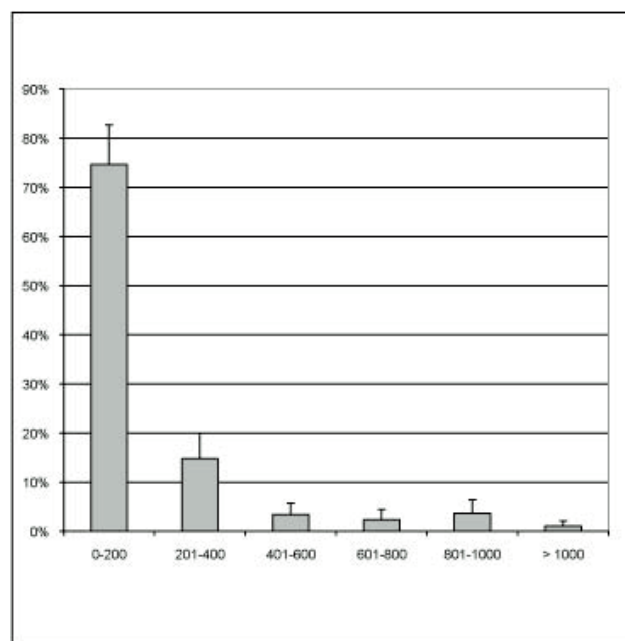
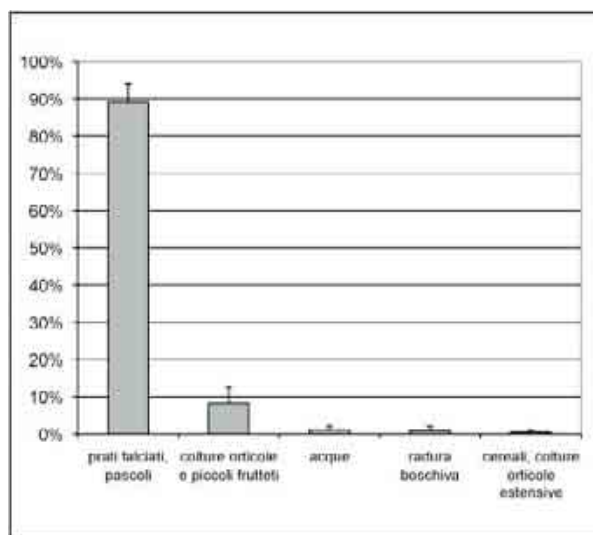


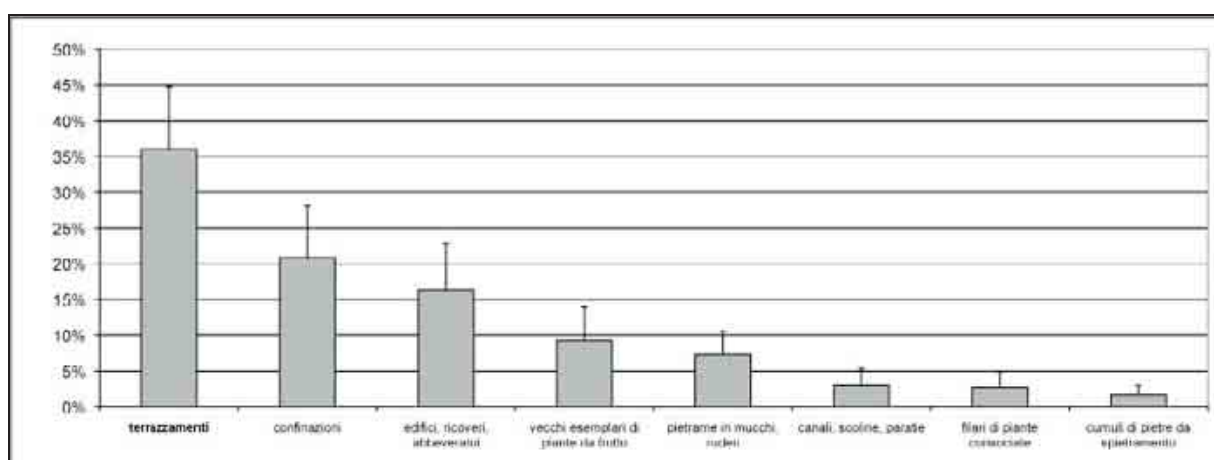
Figura 2. Distanza minima (metri) dei boschi di neoformazione trentini da viabilità principale e secondaria (n = 334).

Figure 2. Minimum distance (metres) of the post-abandonment secondary woodlands in Trentino (n = 334).

Figure 2. Distance minimum (mètres) des bois de néoformation du Trentin aux routes de la viabilité principal et secondaire (n = 334).



(a)



(b)

Figura 3. Frequenza (a) e testimonianze (b) dell'uso del suolo precedente nei boschi di neoformazione trentini (n = 291).

Figure 3. Frequency (a) and signs (b) of the past soil use in the post-abandonment secondary woodlands in Trentino (n = 291).

Figure 3. Fréquence (a) et (b) tracés du paysage anthropique précédent dans bois de néoformation du Trentino (n = 291).

Categorie neoforestali	%
Peccete secondarie montane e altimontane	22
Corileti	19
Ontanete e altre neoformazioni dei suoli idrici	11
Lariceti secondari montani e altimontani	8
Ostrieti secondari	6
Robineti e ailanteti	6
Neoformazioni subalpine con abete rosso, larice e pino cembro	6
Pruneti	4
Aceri-frassineti secondari	4
Neoformazioni con faggio	4
Pinete secondarie di pino silvestre	3
Betuleti	2
Neoformazioni con rovere	1
Mughete secondarie	1
Altre neoformazioni	3

Tabella 1. Frequenza delle categorie neoforestali del Trentino (n = 261).

Table 1. Frequency of the neo-forest categories in Trentino (n = 261).

Tableau 1. Fréquence des catégories néo-forestiers du Trentino (n = 261).

SUMMARY

“SILVICULTURE” IN THE NEO-FOREST TYPES OF TRENTINO (ITALIAN EASTERN ALPS)

The natural reforestation of the fallow lands, widely documented on the Alps and throughout Europe, has important consequences on the geomorphic and hydro-geological processes, on biodiversity and on the anthropogenic landscape; moreover the post-abandonment woodlands invading past cultivated lands and pastures, acquire several environmental functions. For these reasons, it is advisable to identify the best management techniques. This article deals with a synthesis of the major ecological and biometrical characteristics and accessibility of the neo-forest types of a region of the Eastern Italian Alps (Trentino). The analysis is based on the data surveyed during a two-stage sampling of the entire regional surface, which permitted the field survey of 291 post-abandonment woodlands. The present silvicultural treatments can be grouped into four categories: a) thinning; b) coppicing with reserve of noble broadleaved species; c) planting of native

species in the undercover; d) wildlife habitat improvement. Coppicing and planting follow consuetudinary or experimental techniques, which need to be parameterized. The experience in wildlife habitat improvement is wide and would deserve a large-scale monitoring program of its effects. The ecological analysis showed that the broadleaved species cover is much more higher than that of mature woodlands, and that many post-abandonment woodlands are invading herbaceous communities with high nature value (*Festuco-Brometalia* and *Molinietalia*). Finally, the not negligible cover of neophytes is noteworthy and its potential effects on genetic pollution should be studied in details.

RÉSUMÉ

«SYLVICULTURE» DES TYPES NEO-FORESTIERS DU TRENTO (ALPES ORIENTALES ITALIENNES)

Le processus de recolonisation des terrains abandonnés par l'agriculture, bien documenté sur les Alpes et en Europe, a des conséquences importantes sur la stabilité et l'hydrogéologie des versants, sur la biodiversité et sur le paysage anthropique. Les forêts qui se forment après l'abandon des sols par l'agriculture et le pâturage ont de multiples fonctions et pour cette raison il est nécessaire de définir avec attention les techniques de gestion de ces milieux. L'article propose une synthèse des principales caractéristiques écologiques, biométriques et fonctionnelles des types néo-forestiers d'une région des Alpes orientales italiennes (Trentino). L'analyse est fondée sur des données récoltées sur la totalité du territoire régional et concerne 291 peuplements de néoformation. Quatre types de traitement sont actuellement préconisés: a) nettoyage et éclaircissage; b) transformation en taillis avec choix des essences nobles; c) plantations sous couvert; d) amélioration des caractéristiques du milieu naturel. Le taillis et les plantations sont effectués avec des critères classiques ou expérimentaux (avec ajustement progressif des paramètres). L'expérience dans l'amélioration de l'environnement est assez prononcée et un suivi des effets à l'échelle régionale serait souhaitable. L'analyse écologique a mis en évidence un taux de feuillus beaucoup plus élevé (aspect positif) dans ces bois de néoformation que dans les forêts plus âgées en place. Les données ont aussi confirmé l'arrivée de phytocénoses herbacées (*Festuco-Brometalia* et *Molinietalia*) ayant un grand intérêt sur le plan écologique. Enfin, au processus de recolonisation participe une non négligeable composante de néophytes dont la pollution génétique aurait besoin d'être approfondie.

BIBLIOGRAFIA

- Agnoletti M., 1998 – *Segherie e foreste nel Trentino dal Medioevo ai giorni nostri*. Museo degli Usi e Costumi delle Genti Trentine, San Michele all'Adige (Trento).
- Agnoletti M., 2002 – *Conclusioni e proposte applicative*. In: «Il paesaggio agroforestale toscano: strumenti per l'analisi, la gestione e la conservazione», a cura di M. Agnoletti. ARSIA Regione Toscana, Firenze, p. 151-158.
- Brugnoli A., Gianesini M., 2007 – *Un'esperienza di progettazione di interventi di miglioramento ambientale per il Fagianò di monte in Valsugana (Trentino)*. Forest@, 4 (1): 19-27.
- Busi R., 1973 – *Un esempio di evoluzione dell'uso del suolo: il Comune di Oggebbio (Novara)*. Monti e Boschi, 24 (4-5): 21-42.
- Camerano P., Gottero F., Terzuolo P.G., Varese P., 2004 – *I tipi forestali del Piemonte*. Regione Piemonte, BLU Edizioni, Torino.
- Carl T., Richter M., 1989 – *Geoecological and morphological processes on abandoned vine-terraces in the Cinque Terre (Liguria)*. Geoökodynamic, 10: 125-158.
- Corona P., 2000 – *Introduzione al rilevamento campionario delle risorse forestali*. CUSL, Firenze.
- De Natale F., Gasparini P., Sitzia T., Anderle A., 2004 – *Istruzioni per i rilievi al suolo nei boschi di neoformazione*. Provincia Autonoma di Trento, Servizio Foreste, Trento [http://paduaresearch.cab.unipd.it/1037/].
- Del Favero R. (a cura di), 2000 – *Biodiversità e indicatori nei tipi forestali del Veneto*. Regione Veneto, Venezia Mestre.
- Del Favero R., Poldini L., Bortoli P.L., Dreossi G., Lasen C., Vanone G., 1998 – *La vegetazione forestale e la selvicoltura nella Regione Friuli - Venezia Giulia*, Regione Autonoma Friuli - Venezia Giulia, Direzione Regionale delle Foreste, Servizio della Selvicoltura, Udine, Voll. I e II.
- Di Pietro R., Filibek G., 2000 – *Terrazzamenti abbandonati e recupero della vegetazione spontanea: il caso dei monti Aurunci*. Informatore Botanico Italiano, 32 (1): 17-30.
- Frisinghelli M., Prosser F., Sarzo A., 1996 – *The vegetation of Bromus condensatus Hackel - dry grasslands in Vallagarina and Alto Garda (Trentino, Italy)*. Annali del Museo Civico di Rovereto, 11 (suppl. II): 95-120.
- Gafta D., Pedrotti F., 1998 – *Fitoclima del Trentino-Alto Adige*. Studi Trentini di Scienze Naturali Acta Biologica, 73 (1996): 55-111.
- Gafta D., Canullo R., 1992 – *The role of Alnus glutinosa (L.) Gaertner in the secondary succession on wet meadows in the Piné High Plain (North Italy)*. Studia Geobotanica, 12: 105-120.
- Gallart F., Llorens P., Latron J., 1994 – *Studying the role of old agricultural terraces on runoff generation in a small Mediterranean mountainous basin*. Journal of Hydrology, 159 (1-4): 291-303.
- Gandolfo C. (a cura di), 2006 – *Relazione annuale sull'attività del Servizio Foreste e Fauna*. Provincia Autonoma di Trento, Servizio Foreste e Fauna, Trento.
- García-Ruiz J.M., Lasanta T., Ruiz-Flano P., Ortigosa L., White S., González C., Martí C., 1996 – *Land-use changes and sustainable development in mountain areas: a case study in the Spanish Pyrenees*. Landscape Ecology, 11 (5): 267-277.
- Gaudin S., Naudin E., 1996 – *Sylviculture d'arbre et sylviculture de peuplement*. Revue Forestière Française, 48 (6): 537-545.
- Gellrich M., Baur P., Koch B., Zimmermann N.E., 2007 – *Agricultural land abandonment and natural forest re-growth in the Swiss mountain: a spatially explicit economic analysis*. Agriculture, Ecosystems & Environment, 118 (1-4): 93-108.

- Hunziker M., 1995 – *The spontaneous reforestation in abandoned agricultural lands: perception and aesthetic assessment by locals and tourists*. *Landscape and Urban Planning*, 31 (1-3): 399-410.
- IPLA (a cura di), 2001 – *I tipi forestali delle Marche*. IPLA e Regione Marche, Torino e Ancona.
- Irwin E.G., Geoghegan J., 2001 – *Theory, data, methods: developing spatially explicit economic models of land use change*. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 85 (1-3): 7-23.
- Kowarik I., Säumel I., 2007 – *Biological flora of Central Europe: Ailanthus altissima (Mill. - Swingle)*. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 8(4): 207-237.
- La Mantia T., Marchetti M., Cullotta S., Pasta S., 2000 – *Materiali conoscitivi per una classificazione dei tipi forestali e preforestali della Sicilia. I parte: metodologia ed inquadramento generale*. *L'Italia Forestale e Montana*, 55 (5): 307-326.
- La Mantia T., Marchetti M., Cullotta S., Pasta S., 2001 – *Materiali conoscitivi per una classificazione dei tipi forestali e preforestali della Sicilia. II parte: descrizione delle categorie*. *L'Italia Forestale e Montana*, 56 (1): 24-47.
- Laiolo P., Dondero F., Ciliento E., Rolando A., 2004 – *Consequences of pastoral abandonment for the structure and diversity of the alpine avifauna*. *Journal of Applied Ecology*, 41 (2): 294-304.
- Lasen C., 2006 – *Habitat Natura 2000 in Trentino*. Provincia Autonoma di Trento, Trento.
- Lindborg R., Eriksson K., 2004 – *Effects of restoration on plant species richness and composition in Scandinavian semi-natural grasslands*. *Restoration Ecology*, 12 (3): 318-326.
- MacDonald D., Crabtree J.R., Wiesinger G., Dax T., Stamou N., Lazpita Gutierrez J., Gibon A., 2000 – *Agricultural abandonment in mountain areas of Europe: environmental consequences and policy response*. *Journal of Environmental Management*, 59 (1): 47-69.
- MCPFE, 2007 – *State of Europe's forests 2007. The MCPFE report on sustainable forest management in Europe*. Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe, Warsaw.
- Odasso M., Mayr S., De Franceschi P.F., Zorzi S., Mattedi S., 2002 – *Miglioramenti ambientali a fini faunistici: localizzazione delle zone, priorità e modalità gestionali per interventi a favore di Lepre comune, Fagiano di monte, Coturnice e Re di quaglie*. Provincia, Assessorato all'Agricoltura e alla Montagna, Servizio Faunistico, Trento.
- Paci M., 2004 – *Problemi attuali della selvicoltura naturalistica*. *Forest@*, 1 (2): 59-69.
- Paiero P., 1973 – *Riutilizzazione di dimore abbandonate nelle Prealpi Giulie*. *Monti e Boschi* 26 (6): 15-24.
- Pedrini P., Caldonazzi M., Zanghellini S. (a cura di), 2005 – *Atlante degli Uccelli nidificanti e svernanti in provincia di Trento*. Museo Tridentino di Scienze Naturali, Trento. *Studi Trentini di Scienze Naturali Acta Biologica* 80, suppl. 2.
- Pedrotti F., 2004 – *Ricerche geobotaniche al Laghestel di Piné (1967-2001)*. *Braun-Blanquetia*, 35.
- Piussi P., 2002 – *Rimboschimenti spontanei ed evoluzioni post-coltura*. *Monti e Boschi* 53 (3-4): 31-37.
- Piussi P., Pettenella D., 2000 – *Spontaneous afforestation of fallows in Italy*. In: «NEWFOR - New forests for Europe: afforestation at the turn of the century» edited by N. Weber. *EFI Proceedings* 35, European Forest Institute, Joensuu, Finland, p. 151-163.
- Prosser F., 2001 – *Lista rossa della flora del Trentino: pteridofite e fanerogame*. Museo Civico di Rovereto, Rovereto.
- Salbitano F., 1987 – *Vegetazione forestale ed insediamento del bosco in campi abbandonati in un settore delle Prealpi Giulie (Taipana-Udine)*. *Gortania*, 9: 83-144.
- Sitzia T., in stampa – *Ecologia e gestione dei boschi di neoformazione nel paesaggio trentino*. Provincia Autonoma di Trento, Servizio Foreste e Fauna, Trento.
- Vaudour J., 1991 – *Les sols des terraces de culture en Basse Provence calcaire et leur évolution après abandon*. *Acta Carsologica*, 20: 121-132.
- Watkins C., 1993 – *Forest expansion and nature conservation*. In: «Ecological effects of afforestation», edited by C. Watkins. CAB International, Wallingford (Oxford, UK), p. 1-14.
- Zanzi L., 2003 – *L'Europa e lo spopolamento delle Alpi: una scelta eco-politica*. In: «Spopolamento montano: cause ed effetti» a cura di M. Varotto, R. Psenner. *Universität Innsbruck e Fondazione Gianni Angelini*, Belluno, p. 35-50.
- Zimmermann N.E., Bolliger J., Gehrig-Fasel J., Gellrich M., Kienast F., Rutherford G.N., 2007 – *Where do all the trees come from? Land abandonment and forest secondaryzation in the Swiss Alps*. In: «Proceedings of the 7th IALE World Congress» edited by B. Bunce, R.G.H. Jongman, L. Hojas L., S. Weel. *IALE Publication series* 4, p. 779-780.

BOSCHI RESIDUI IN ITALIA TRA PAESAGGIO RURALE E CONSERVAZIONE

(*) Dipartimento di Scienze Ambientali e delle Produzioni Vegetali, Università Politecnica delle Marche, Ancona

L'evoluzione del paesaggio italiano dall'ultimo dopo guerra ad oggi costituisce una situazione che non ha eguali negli ultimi 500 anni. Siamo i primi ad osservare ampie superfici boscate lasciate alla loro evoluzione naturale. Le modificazioni che intervengono in questo processo sono per noi non sempre facilmente prevedibili ed hanno sicuramente conseguenze assai diverse se si tratta di aree boscate pedemontane, inserite in un complesso più o meno ampio di sistemi forestali contigui, oppure di piccoli nuclei boscati isolati all'interno di un paesaggio dominato dalle attività agricole e più o meno profondamente urbanizzato. Mentre nelle aree pedemontane si assiste ad un importante e diffuso recupero di maturità legato al fenomeno dell'abbandono, non sempre accompagnato da un aumento di naturalità e di biodiversità, nel paesaggio rurale delle colline e delle pianure si registra un progressivo impoverimento sia qualitativo che quantitativo soprattutto a carico delle aree seminaturali non produttive a causa delle attività agricole e dell'urbanizzazione. In questo contesto, i pochi lembi di boschi residui si trovano in una posizione particolarmente delicata: il loro riconosciuto valore ambientale non li ha sottratti alla pressione agronomica, mentre allo sfruttamento economico è subentrato l'abbandono (spesso per disinteresse, oltre che come non ponderata scelta per la conservazione), tuttavia mancano, oltre che adeguate risorse economiche, sufficienti esperienze sulle modalità di studio, di gestione e di manutenzione, che ne garantiscano la conservazione, non solo della struttura ma anche della biodiversità fitocenotica, floristica e faunistica.

Parole chiave: agroecosistemi, boschi residui, conservazione biodiversità, dinamismo della vegetazione, gestione forestale.

Key words: agroecosystems, residual forests, biodiversity conservation, vegetation series, forest management.

Mots clés: agro-écosystèmes, forêts résiduelles, conservation de la biodiversité, dynamisme de la végétation, gestion des forêts.

1. INTRODUZIONE

Il termine utilizzato comunemente per indicare i boschi rimasti isolati dal resto delle zone caratterizzate da una più estesa e continua copertura forestale, come i nuclei boscati della pianura padana o i boschetti situati all'interno del paesaggio collinare ampiamente coltivato del versante adriatico che va dalla Romagna al Molise, è quello di "boschi relitti". Si tratta di un termine improprio in quanto non tutti e comunque non sempre l'intera superficie forestale di un bosco collinare o di pianura può essere definito "relitto", mentre sicuramente questi possono rientrare nella categoria dei "boschi residuali". Occorre pertanto utilizzare correttamente questi termini ed è necessario un uso corretto dei termini dal punto di vista del loro significato (Taffetani *et al.*, in stampa). Vengono analizzati numerosi casi di studio derivanti da dati di letteratura e da indagini condotte dall'autore in diversi periodi a partire dal 1990 nel corso di vari progetti di ricerca che hanno interessato buona parte del versante adriatico italiano e aree forestali collinari, di pianura e costiere (fig. 1).

2. CENNI STORICI

L'analisi dei dati storici riguardanti la dimensione e l'uso del suolo (ottenuti dallo studio di cabrei, catasti, censimenti e altri documenti notarili) ha permesso di ricostruirne alcune delle più importanti modificazioni ambientali più recenti, avvenute sia attraverso il dissodamento o la riduzione delle superfici forestali, come pure attraverso la scomparsa degli habitat di prateria (orli e chiarie forestali) presenti all'interno o al margine delle aree boscate. Vengono qui riportati due esempi particolarmente significativi: la fascia litorale tra il Molise e le Puglie e la porzione terminale della Valle del Musone nelle Marche.

2.1 I boschi dell'antica Capitanata tra Molise e Puglie

Una interessante ricostruzione è stata quella del settore costiero dell'antica Capitanata, attualmente a cavallo tra le regioni del Molise e delle Puglie (Taffetani, 1990; Taffetani, 1991; Taffetani e Biondi, 1992; Taffetani e Biondi, 1993), dove un esteso sistema forestale, di cui è documentata la presenza fino alla fine del 700, scompare in pochi anni in seguito alle quotizzazioni avviate con l'unità d'Italia.

Accanto al nucleo boscato di maggior estensione, quello indicato col nome complessivo di "Bosco del Ramitello", si sviluppa una notevole e articolata superficie forestale che risulta da piante topografiche e mappe catastali dell'800 appartenere al demanio comunale di Campomarino.

Dopo l'unità d'Italia il Comune lo suddivide in quote che affida alla gestione di privati e dando inizio ad un processo che porterà alla completa alienazione dell'intera superficie forestale. Questo fenomeno riguarda in modo particolare la fascia costiera molisana dove, come osservato anche in altri lavori (Di Martino, 1996), si registra la scomparsa di una notevole superficie forestale tra il 1877 ed il 1929, mentre alcuni resti possono essere ancora osservati lungo i valloni subcostieri che incidono profondamente la formazione del "conglomerato di Campomarino" tra Serracapriola ed il litorale, mentre nell'area di Torre Fantine, a cavallo del Torrente Saccione (e delle due regioni confinanti), si trovano estese formazioni di macchie a leccio e interessanti nuclei di bosco allagato a frassino meridionale (Taffetani, 1990, Taffetani, 1991).

2.2 La Selva di Castelfidardo nella Valle del Musone

L'attuale territorio interessato dalla Selva di Castelfidardo faceva parte, in passato, di una più vasta area boscata che ricopriva l'intera zona a sud del Monte Cònero,

e precisamente nel territorio che da Recanati si estende nella vallata del fiume Musone fino al suo sbocco nel mare. Fino a tutto il XV secolo non esistono documenti che consentano una precisa ricostruzione del territorio in esame; gli unici elementi di analisi derivano dallo studio della toponomastica e di alcuni cabrei che attestano la presenza di importanti aree boscate sia nelle colline che nelle vallate dei fiumi Aspio e Musone (Baldetti *et al.*, 1983; Moroni, 1985).

Tra il XVI e il XVIII secolo, nonostante il processo di espansione agricola che porta le "terrecultae" a prevalere nei territori di fondovalle e di collina (culminato con la deviazione del fiume Musone e la bonifica degli Scossicci), le aree boscate del territorio di Castelfidardo, che coprono anche le contrade di Pescara, Acquaviva, Mirano, San Pellegrino, San Vittore e Fonte Olivo, costituiscono per lungo tempo, insieme ai pascoli, fonte di ricchezza per la popolazione locale (Moroni, 1985).

Una misura precisa del mosaico territoriale si ha soltanto con il Catasto Gregoriano del 1833. Secondo i dati contenuti nelle mappe e nei brogliardi, appare chiaro come i boschi siano ormai ridotti alla sola Selva di Castelfidardo, mentre importante risulta essere la presenza di aree dedicate a pascolo (circa il 10% della superficie, mentre il bosco raggiunge appena il 4%). Attualmente, oltre ad alcuni interventi di ulteriore riduzione della superficie boscata realizzati negli anni '60, si nota la completa scomparsa degli habitat di prateria (Fig. 2) (Taffetani e Rismondo, 2002; Taffetani e Rismondo, in stampa).

3. CASI DI STUDIO

I casi di studio derivano da vari progetti di ricerca sviluppati negli ultimi cinque anni, tra i quali:

- progetto Reti ecologiche negli agroecosistemi (PRIN 2003 – Dottorato di ricerca 4° ciclo 2003-2005);
- censimento dei boschi residui della Regione Marche (Dottorato di ricerca 5° ciclo 2004-2006);
- progetto di ricerca LIFE della Riserva Naturale di Onferno (Regione Emilia-Romagna, 2005);
- progetto di ricerca Bosco Fantine (Regione Molise, 2007).

Complessivamente è stata osservata una complessità molto più elevata di quanto ci si potesse aspettare, sia a livello della diversità specifica e cenotica (in stretta correlazione con la presenza di diversi habitat e condizioni ambientali a livello di paesaggio), che della struttura interna (derivante dal diverso periodo di cessazione delle pratiche di gestione forestale) nei nuclei boscati anche di piccole dimensioni (Tab. 1).

3.1 Boschi collinari e planiziali compresi all'interno del progetto "Reti ecologiche in agricoltura"

All'interno del progetto "Reti ecologiche in agricoltura" (PRIN 2003) dedicato allo studio e alla valutazione dell'impatto delle attività di utilizzazione agronomica di alcune porzioni di territorio delle regioni Marche, Emilia-Romagna, Veneto e Friuli, sono state individuate quattro aree sperimentali con problematiche notevolmente diversificate, sia per la loro diversa condizione ambientale che per la diversa tipologia di gestione: i boschi di Serra dei Conti (AN), nella media collina delle Marche centrali; i boschi del I Parco dei Gessi Bolognesi (BO), nelle colline emiliane; le formazioni del Parco del Sile (TV), nella zona delle

risorgive; il bosco planiziale presso il biotopo Torbiera di Groi (UD), nella bassa pianura friulana.

3.2 Boschi residui della Regione Marche

Si tratta del lavoro più complesso e capillare dedicato specificatamente al territorio della Regione Marche. Oggetto di questo lavoro è il censimento e l'analisi (geografica, territoriale, floristica, fitosociologica, dinamica e paesaggistica) dei "boschi residui", cioè di quei lembi di vegetazione forestale che in un paesaggio fortemente antropizzato, come quello della pianura e della media collina marchigiana, rappresentano delle vere e proprie isole di vegetazione sopravvissute all'attività dell'uomo. Si tratta in molti casi di aree protette da norme di conservazione regionale (Aree floristiche, LR n. 52/74) e da più recenti normative comunitarie (SIC, ZPS) per la cui tutela si è ritenuta adeguata la sospensione di ogni forma di utilizzazione forestale. Il caso più rappresentativo è quello della Selva dell'Abbadia di Fiastra, area SIC e Riserva dello Stato, per la quale il Piano di gestione (Fermanelli, Magliola, 1996) ha previsto, giustificando la scelta con la scarsità di conoscenze, l'affidamento all'evoluzione naturale del bosco come unica forma di conservazione: "Non si prevede pertanto alcun intervento particolare di gestione attiva per evitare di interferire sul dinamismo naturale, compromettendo (o quanto meno, nonostante le intenzioni, rallentando) la ricostruzione della vegetazione mediante processi naturali". Per una valutazione di sintesi del censimento possiamo affermare che tra i nuclei boscati osservati, quello che ha conservato il più elevato grado di biodiversità è uno dei pochi (Selva di Montoro, presso Filottrano) per i quali, oltre ad alcune limitate forme di pascolo in bosco, sono state mantenute le tradizionali pratiche di utilizzazione legnosa (Taffetani *et al.*, in stampa).

3.3 Boschi della Riserva Naturale di Onferno (RN)

È il risultato di una serie di attività di ricerca svolte per conto della Riserva Naturale Orientata di Onferno, che hanno permesso di approfondire lo studio della flora, della vegetazione, delle serie dinamiche e del paesaggio vegetale del territorio della Riserva (Taffetani *et al.*, 2005). Il paesaggio vegetale della Riserva risulta particolarmente ricco, nonostante le limitate dimensioni dell'area, ed è costituito da 3 principali geosigmeti, corrispondenti alle tre principali unità geomorfologiche, all'interno dei quali si collocano 6 diverse serie di vegetazione: unità geomorfologica dei substrati gessosi dei Gessi di Onferno (serie climacica dei substrati gessosi del bosco di tiglio, *Staphyleo pinnatae-Tilieto plathyphylli* sigmetum; serie edafoferofila dei substrati gessosi (*Peucedano cervariae-Querceto pubescentis ruscetosum aculeati* sigmetum); unità geomorfologica dei substrati argillosi della formazione del Santerno (serie climacica dei substrati argillosi calanchive, *Centaureo bracteatae-Brometo erecti* sigmetum; serie edafoigrofila dell'olmo, *Symphyto bulbosi-Ulmeto minoris* sigmetum); unità geomorfologica dei substrati arenacei compatti della formazione di Montecalvo in Foglia (serie climacica dei substrati arenacei compatti; *Asparago acutifolii-Ostryeto carpinifoliae* sigmetum; serie edafoferofila dei substrati arenacei compatti (*Peucedano cervariae-Querceto pubescentis* sigmetum). Sono state avviati diversi programmi di sperimentazione per il monitoraggio delle diverse cenosi, sia forestali che di prateria, e per il mantenimento della complessità del mosaico ambientale.

3.4 Bosco Fantine (CB)

Il Bosco Fantine comunali, con l'estesa area di garighe sabbiose delle dune interne e di depressioni dunali umide (localmente chiamate "Fantine") che lo circonda, costituisce, insieme alla stretta fascia delle dune e delle garighe costiere, comprese tra la strada Statale Adriatica e il mare, il patrimonio naturale più esteso e di maggiore interesse dell'area SIC (Sito di Interesse Comunitario, codice Habitat IT7282217) denominata "Foce Saccione - Bonifica Ramitelli" in Comune di Campomarino. Si tratta di un bosco idrofilo, in parte regolarmente inondato, a dominanza di olmo (*Ulmus minor*), con abbondante presenza di frassino meridionale (*Fraxinus oxyacantha*), cerro (*Quercus cerris*) e pioppo bianco (*Populus alba*). I principali problemi di conservazione riguardano l'abbassamento del livello della falda, il controllo della diffusione della grafiosi dell'olmo e il contenzioso con un privato che ha indebitamente recintato un'ampia porzione del bosco.

3.5 Analisi diacronica delle modificazioni ambientali

Altri importanti dati sulle modificazioni ambientali (intervenute però in tempi più recenti) sono stati ricavati, nei pochi casi in cui esistevano studi vegetazionali precedenti, dal confronto tra i rilievi vegetazionali svolti nel corso della presente indagine con quelli già presenti in letteratura. Questo tipo di informazione è risultato disponibile per la Selva dell'Abbadia di Fiastra (Taffetani e Biondi, 1993), per la Selva di Castelfidardo (Pedrotti e Cortini Pedrotti, 1975) in provincia di Ancona e per il Bosco del Beato Sante (Ubaldi, 1988), in provincia di Pesaro-Urbino. In tutti e tre i casi, anche se tra le cause possono essere ipotizzate anche modificazioni climatiche e ambientali, insieme alla scomparsa o alla rarefazione di una parte delle specie rare e più significative (come *Carex grioletti*, *C. olbiensis*, *Arisarum proboscideum*, *Allium pendulinum*, *A. ursinum*, *Veronica montana*), è emerso che il numero di specie per unità di superficie è sceso sensibilmente in proporzione al periodo di tempo trascorso dallo studio di confronto (circa 30 anni per la Selva di Castelfidardo, 18 per la Selva del Beato Sante e 12 per la Selva dell'Abbadia di Fiastra) (Tab. 2).

Analoga situazione, anche se assai più drammatica nelle conseguenze di semplificazione floristica e ambientale, è stata osservata nei boschi a farnia (*Asparago tenuifolii-Quercetum roboris*) della pianura friulana a 40 anni di distanza dalla prima osservazione (Poldini *et al.*, 2007). In questo caso le cause vengono attribuite, oltre alle modalità di gestione, al sensibile abbassamento della falda idrica.

4. LA PROBLEMATICA DEI BOSCHI RESIDUI

Lo stato di prevalente abbandono e conseguente isolamento della maggior parte delle aree boscate studiate, sembra aver determinato una semplificazione degli habitat che si è realizzata in modo pressoché uniforme in tutti i sistemi forestali sia ai margini, sia all'interno del bosco, con scomparsa o forte riduzione degli spazi ecotonali (orli e mantelli) che presentano i maggiori livelli di ricchezza floristica (Fig. 3). In alcuni casi la perdita di biodiversità appare correlata ad un processo di invecchiamento e di banalizzazione dei boschi, che noi riteniamo possano aver avuto origine dall'abbandono delle pratiche colturali e da varie forme di degenerazione dovute alla difficoltà di ga-

rantire una conservazione, quando questa è basata su un concetto statico dell'ecosistema forestale e attuata attraverso forme, spesso controproducenti, di tutela esclusivamente attraverso una proliferazione di vincoli e norme, peraltro quasi mai applicate e fatte rispettare (Fig. 4).

Le aree boscate residuali rappresentano esempi significativi ed indispensabili per ricostruire le potenzialità di ampi territori ormai privi di vegetazione naturale e seminaturale. Questa informazione risulta di fondamentale importanza per due importanti aspetti applicativi in campo agronomico ed in campo forestale. Per quanto riguarda la programmazione delle attività produttive in agricoltura, le potenzialità forestali ricavate dallo studio dei boschi residui permettono la delimitazione di aree omogenee dal punto di vista ambientale e quindi la possibilità di utilizzare tali zone per una più razionale scelta delle produzioni o per delimitare aree omogenee per produzioni di qualità legate al territorio (denominazioni di origine, DOC, DOP, IGP, ecc.). Un altro importante beneficio che si può trarre dallo studio e dalla conoscenza dei boschi residui è la possibilità di utilizzarli come strutture di riferimento (sia per quanto riguarda lo stadio maturo che per i diversi stadi di sostituzione) per tutte le attività di recupero e di ricostruzione ambientale.

Ancora, i boschi residuali costituiscono delle insostituibili "banche del germoplasma" più importanti ed efficienti per la produzione di semi e propaguli da utilizzare per il recupero e la ricostruzione di ambienti forestali. Permettono inoltre di recuperare ecotipi adattati alle diverse condizioni ambientali locali che si realizzano con la combinazione del substrato geologico e delle condizioni climatiche.

D'altro canto l'ormai ridotta presenza di tali aree forestali impone un livello di attenzione che ne permetta una meticolosa valutazione delle modalità attive di gestione che ne garantiscano la conservazione con il più elevato numero di specie. Si tratta di sperimentare forme di intervento gestionale finalizzate a mantenere tutti gli habitat e gli ecotoni collegati al sistema forestale (orli, mantelli, radure), a favorire una struttura disetanea della copertura forestale e la diversità nella composizione vegetale.

Nelle aree forestali di sufficiente estensione sarebbe necessario:

- pianificare su parcelle sperimentali interventi di "apertura limitata" del bosco, in modo da agevolare l'autorinnovamento e accelerare il naturale dinamismo innescato dalla caduta dei vecchi alberi o degli esemplari malati;

- pianificare forme di utilizzazione controllata al fine di garantire biodiversità e struttura disetanea al bosco (Ciancio e Nocentini, 2001);

- recuperare gli ecotoni ai margini del bosco attraverso la costituzione di fasce esterne, delimitate da strade o sentieri in terra che, oltre a facilitare gli interventi gestionali ed il controllo periodico, garantiscano il mantenimento di una fascia di rispetto e di demarcazione rispetto alle attività di produzione agricola. Queste fasce non debbono necessariamente essere continue, ma affiancarsi a quei margini forestali dove sono già presenti orli e mantelli di vegetazione ben strutturati, dai quali possano diffondere semi e propaguli, fungendo, quindi, da zone di ricostruzione naturale.

La pianificazione ambientale, volta a perseguire tale scopo, coinvolge territori più ampi di quelli strettamente interessati dalla presenza di cenosi forestali e deve affrontare le

problematiche di manutenzione e di monitoraggio del territorio, imposte anche da normative europee, come nel caso di aree SIC e ZPS, nelle quali vanno predisposti appositi piani di gestione, sulla base di precise conoscenze della tipologia fitosociologica, delle tendenze dinamiche e dei rapporti catenali delle cenosi vegetali considerate “prioritarie”

5. CONCLUSIONI E PROBLEMI APERTI

La situazione dei boschi residui e del paesaggio rurale italiano, nonostante il loro indiscutibile valore ambientale, e le scarse prospettive di cambiamento a breve termine non inducono ad una valutazione ottimistica. L'industria più importante d'Italia è il turismo, il quale si alimenta delle

risorse ambientali e paesaggistiche, che sono continuamente saccheggiate e per le quali non si investe né in modo diretto, salvaguardando ad esempio con adeguate politiche socio-economiche l'attività e la persistenza delle popolazioni che vivono in aree marginali, né indirettamente attraverso la creazione di nuove opportunità e spazi professionali. Ci auguriamo che le sempre più affinate metodologie di indagine naturalistica, le sperimentazioni avviate nel campo della selvicoltura sistemica ed un più efficace dialogo e collaborazione, non solo tra geobotanici e selvicoltori, ma anche con gli alti ricercatori, gli operatori economici, i responsabili politici e i professionisti del settore ambientale possa permettere di raggiungere obiettivi ad oggi insperati.



Figura 1. Distribuzione delle aree studiate. Localizzazione geografica di tutte le aree forestali oggetto di indagine nelle diverse campagne di ricerca prese in considerazione nel presente lavoro:

- PRIN 2003 “Reti ecologiche in agricoltura” UO: Ancona (coord.), Bologna, Padova, Udine;
- ▲ LIFE 2005 “Riserva Naturale di Onferno” Gemmano (RN); Rete Natura 2000 Regione Molise “Bosco Fantine” Campomarino (CB);
- ▲ Censimento “Boschi residui delle Marche” (2000-2006).

Figure 1. Distribution of study areas. Geographical location of all forest areas analyzed in different research projects and being taken into account in the present work:

- PRIN 2003 “Ecological networks in agroecosystems” UO: Ancona (coord.), Bologna, Padova, Udine;
- ▲ LIFE 2005 “Onferno Natural Reserve” Gemmano (RN); Natura 2000 Molise Region “Fantine wood” Campomarino (CB);
- ▲ Residual woods census in the Marche Region (2000-2006).

Figure 1. Répartition des régions étudiées. Localisation géographique de toutes les zones forestières étudiées dans divers travaux de recherche qui ont été prises en considération dans ce travail:

- PRIN 2003 “Réseaux écologiques en agriculture” UO: Ancona (coord.), Bologna, Padova, Udine;
- ▲ LIFE 2005 “Réserve naturelle du Onferno” Gemmano (RN); Réseau Nature 2000 Région du Molise “Bois Fantine” Campomarino (CB);
- ▲ Recensement des “Forêts Résiduelles des Marches” (2000-2006).

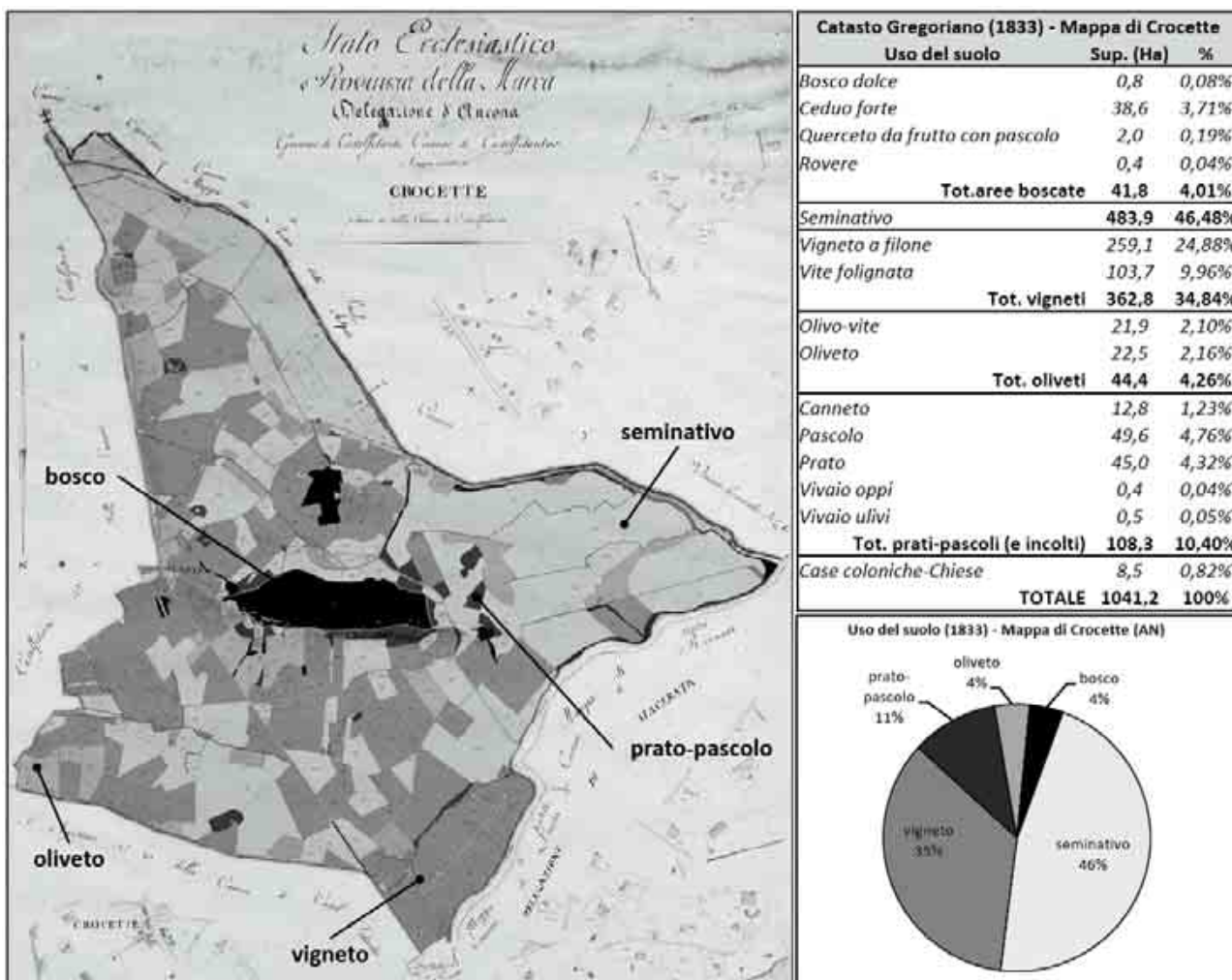


Figura 2. Ricostruzione storica. Sulla base delle indicazioni ricavate dalle singole particelle catastali della Mappa di Crocette, tratta dal Catasto Gregoriano (1833), è stata realizzata una dettagliata ricostruzione dell'uso del suolo l'area circostante la Selva di Castelfidardo (AN).

Figure 2. Historical reconstruction. Land-use map of the Castelfidardo wood area, based on the information obtained from all cadastral units of the "Crocette" Map (Gregorian Land Register, 1833).

Figure 2. Reconstruction historique. Sur la base des informations obtenues à partir des particules de la carte de Crocette, Cadastre Grégorien (1833), on a produit une reconstruction détaillée de l'utilisation du sol entourant le bois de Castelfidardo (AN).

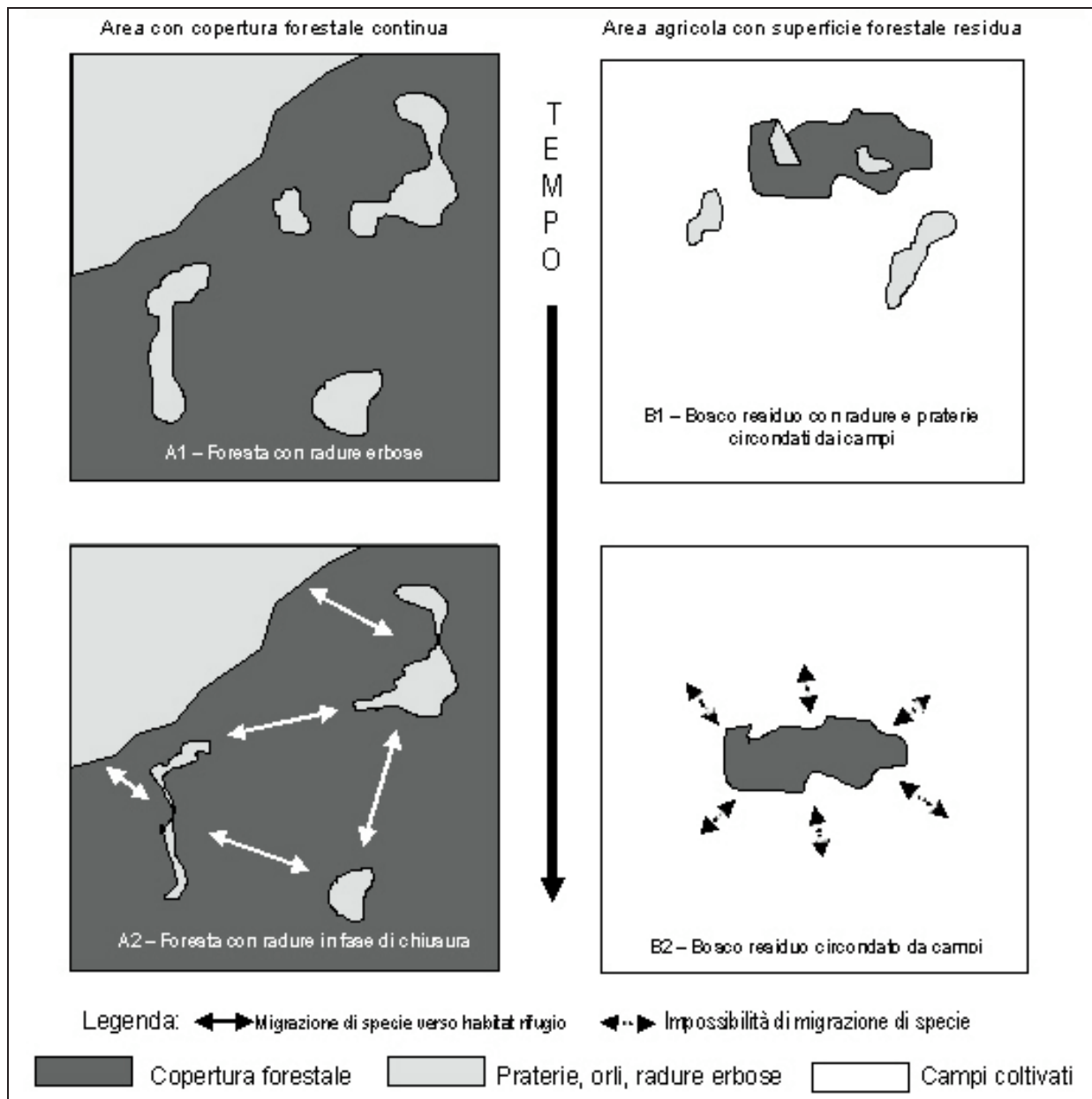


Figura 3. Isolamento dei boschi residui a confronto con aree prevalentemente forestali:

A1 - B1: Nello schema si evidenziano le diverse condizioni di una foresta continua (A1) con, al suo interno, distribuite praterie, orli e radure erbose a confronto con un bosco residuale (B1) circondato dai campi coltivati con radure erbose al suo interno e presenza di nuclei di praterie nelle vicinanze.

A2 - B2: A distanza di tempo, la cessazione di ogni forma di gestione e di utilizzazione determina un cambiamento in entrambe le situazioni iniziali; nell'area boscata continua (A2) le cenosi erbacee (praterie, orli e radure erbose) scompaiono o si riducono (divenendo in questo caso aree di rifugio) ma mantenendo comunque rapporti di scambio riproduttivo tra loro. Il bosco residuale (B2), circondato solo da campi diviene una vera e propria isola vegetazionale in cui non ci sono più scambi e dove le specie più strettamente legate agli ambienti ecotonali (orli e radure) non trovano habitat di rifugio e sono inevitabilmente destinate a scomparire (es. *Carex grioletii*) insieme agli ambienti che le ospitavano, mentre quelle dotate di una ecologia più ampia mostrano una sensibile rarefazione.

Figure 3. Isolation of residual woods compared with forest areas:

A1 - B1: The scheme shows different conditions of a continuous forest (A1) with grasslands, edges and grassy glades spread inside, in comparison with a residual wood (B1) with grassy glades inside, but surrounded by cultivated fields and spot grasslands.

A2 - B2: After a lapse of time, the cessation of all management and utilization activities results in a series of changes in both situations: in continuous forests (A2) herbaceous coenosis (grasslands, edges and grassy glades) are reduced or disappear (becoming refuge areas), but they keep reproductive relationships between them; residual woods (B2), surrounded by fields become a vegetational island with no exchanges. In this context ecotones-related species (glades and edges) lose refuge areas and are bound to disappear (eg. *Carex grioletii*) together with their hosting habitats, while those with a wider ecology show a significant rarefaction.

Figure 3. Isolement de forêts résiduelles par rapport aux domaines forestières :

A1 - B1: Dans le schéma on met en évidence les différentes conditions d'une forêt continue (A1) avec des prairies, des clairières et des bords de végétation à son intérieur, par rapport à une forêt résiduelle (B1), avec des clairières herbeuses à l'intérieur, mais entourée par des champs cultivés et par des prairies tout près.

A2 - B2: Après une période de temps, la cessation de toutes les formes de gestion et d'exploitation produit des changements dans les deux cas: dans la forêt continue (A2) les prairies et les bords herbeux vont se disparaître ou se réduire (en devenant dans ce cas des zones de refuge), mais ils réussissent à maintenir des relations reproductives entre eux. La forêt résiduelle (B2), entourée par de champs, devient une véritable île de végétation où il n'y a plus d'échanges et où les espèces les plus étroitement liés à les espaces écotonaux (clairières et bords) ne trouvent pas les zones du refuge et vont disparaître (par exemple *Carex grioletii*) avec les habitats qui les ont hébergés, pendant que celles avec une plus grand écologie montrent une forte réduction.



Selva di Castelfidardo. Scavo nel settore basale della Selva (2001) che ha interessato l'orlo forestale.



Selva Abbazia di Fiastra. Radure (1986) e chiusura delle chiome con colonizzazione di pungitopo (2006).



Selva Abbazia di Fiastra. Fosso dell'Inferno prima (1986) e dopo (2006) la proliferazione dei cinghiali.



Selva Abbazia di Fiastra. Lavorazioni dei campi a ridosso del bosco (2006) con eliminazione degli ecotoni.

Figura 4. Immagini significative. Alcune immagini particolarmente significative riguardanti modificazioni importanti a carico degli ecotoni (orli, mantelli e chiarie forestali) e degli habitat di particolare interesse. Si tratta di forme di degenerazione dovute alla difficoltà di garantire una conservazione basata su un concetto statico del bosco e su forme spesso controproducenti di tutela attuate esclusivamente attraverso un eccesso di vincoli e norme, peraltro quasi mai applicate e fatte rispettare. Le prime due foto riguardano la Selva di Castelfidardo (AN) che, durante il lavoro di censimento, ha subito degli interventi di scavo che hanno interessato l'intera fascia dell'orlo forestale del bosco a carpino bianco per una lunghezza di oltre 1,5 km. Le altre sono riferite alla Selva dell'Abbadia di Fiastra e documentano le trasformazioni avvenute negli ultimi dieci anni nel sottobosco, oltre ai danni causati dalle attività di lavorazione del terreno e dalla proliferazione della popolazione di cinghiali.

Figure 4. Representative images. Particularly significant images of important modifications occurred to ecotones (edges, mantles and forest glades) and to some interesting habitats. These forms of degeneration are due to a difficulty of ensuring a kind of conservation based on a static concept of forest, and on counterproductive forms of protection expressed only by an excess of rules and constraints (often non applied). The first two images concern the Castelfidardo wood (AN), and show an excavation, made during the census work, affecting the entire forest edge (more than 1,5 km). The other images refers to the Fiastra Abbey wood and report changes occurred to the undergrowth during the last ten years, in addition to damages caused by agricultural activities and proliferation of wild boar populations.

Figure 4. Images significatives. Des images particulièrement importantes sur les changements regardants les écotones (bords et clairières forestières) et les habitats d'intérêt particulier. Ces formes de dégénérescence ont été causé par la difficulté d'assurer une conservation basé sur un concept statique de la forêt et sur des formes de protection souvent contre-productives, qui sont mises en œuvre par un excès de règles et de contraintes, presque jamais appliquée et respectée. Les deux premiers photos concernent le bois de Castelfidardo (AN) où, lors de travail du recensement, il y a été une excavation sur toute la lisière forestière du bois de charme commun, pour une longueur de plus de 1,5 km. Les autres photos concernent le bois de l'Abbaye de Fiastra montrent les changements qui se sont produits dans le sous-bois pendant les dernières dix années, avec les dommages causés par les activités agricoles et par la prolifération des population des sangliers.

Friuli Venezia Giulia
Biotopo Torbiera di Groi (UD)
Superficie totale: 3 ha
Substrati: limoso-sabbiosi
Altitudine: 10 m s.l.m.
Bioclima: temperato oceanico
Serie di vegetazione: <i>Asparago tenuifoliae - Quercus roboris</i> sigmetum, aggr. a <i>Ulmus minor</i> sigmetum, <i>Populo albae</i> sigmetum
Protezione: Biotopo Regione FVG
Emilia-Romagna
Parco dei Gessi bolognesi e Calanchi dell'Abbadessa (BO)
Superficie totale: 25 ha
Substrati: argille scagliose
Altitudine: 200-400 m s.l.m.
Bioclima: temperato oceanico
Serie di vegetazione: <i>Asparago acutifolii - Quercus pubescentis</i> sigmetum, <i>Polygonato multiflori - Quercus roboris</i> sigmetum
Protezione: Parco Regionale; SIC "Gessi Bolognesi e Calanchi dell'Abbadessa" IT4050001
Riserva Naturale Orientata di Onferno - Gemmano (RN)
Superficie totale: 274 ha
Substrati: gessosi (Gessi di Onferno), argillosi (Formazione del Santerno), arenacei compatti (Formazione Montecalvo in Foglia)
Altitudine: 200-500m s.l.m.
Bioclima: temperato oceanico – variante submediterranea (ombrotipo umido inferiore)
Serie di vegetazione: aggr. a <i>Tilia platyphyllos</i> sigmetum; <i>Rosa sempervirentis-Quercus pubescentis</i> sigmetum; <i>Rosa sempervirentis-Quercus pubescentis</i> var. a <i>Ruscus aculeatus</i> sigmetum; <i>Asparago acutifolii-Ostrya carpinifoliae</i> sigmetum; aggr. a <i>Quercus pubescens</i> sigmetum; <i>Symphyto bulbosi-Ulmo minoris</i> sigmetum
Protezione: Riserva Naturale Orientata; SIC "Onferno" IT4090001
Marche
Selva di San Nicola – Pesaro (PU)
Superficie: 4,40 ha
Quota: 25-100 m.s.l.m.
Substrato: arenarie
Bioclima: temperato oceanico – variante submediterranea (ombrotipo sub-umido inferiore)
Serie di Vegetazione: Bosco di <i>Quercus petraeae</i> e <i>Castanea sativa</i> (<i>Rusco hypoglossi-Quercus petraeae</i> sigmetum)
Protezione: Area Floristica Protetta Regione Marche; SIC "Selva di S. Nicola" IT5310009
Selva Montevicchio – Fano (PU)
Superficie: 4,30 ha
Substrato: arenarie
Quota: 50-60 m.s.l.m.
Bioclima: temperato oceanico – variante sub mediterranea (ombrotipo sub-umido inferiore)
Serie di Vegetazione: <i>Peucedano cervariae - Quercus pubescentis</i> sigmetum
Protezione: Area Floristica Protetta Regione Marche
Selva Beato Sante – Pesaro (PU)
Superficie: 11 ha
Substrato: arenarie
Quota: 280-380 m.s.l.m.
Bioclima: temperato oceanico – variante sub mediterranea (ombrotipo sub-umido inferiore)
Serie di Vegetazione: <i>Asparago acutifolii-Ostrya carpinifoliae</i> sigmetum
Protezione: nessuna
Selva dei Frati Bianchi – Cupramontana (AN)
Superficie: 30 ha
Quota: 370-500 m.s.l.m.
Substrato: arenarie
Bioclima: temperato oceanico – variante sub mediterranea (ombrotipo sub-umido inferiore)
Serie di Vegetazione: <i>Rosa sempervirentis-Quercus pubescentis</i> sigmetum

metum; <i>Cephalanthero longifoliae-Quercus ilicis</i> sigmetum; <i>Lonicero xylostei-Quercus cerridis</i> sigmetum; <i>Fraxino excelsioris-Acero obtusati</i> sigmetum; <i>Aro italici-Alno glutinosae</i> sigmetum; <i>Ornithogalo sphaerocarpi-Acero pseudoplatani</i> sigmetum; <i>Eucladio verticillatae-Adiantio capilli-veneris hypericetosum androsaemi</i> sigmetum
Protezione: Area Floristica Protetta Regione Marche
Bosco di Serra de' Conti (AN)
Superficie totale: 3,6 ha
Substrati: arenaceo
Altitudine: 250 m.s.l.m.
Bioclima: sub-mediterraneo (ombrotipo umido inferiore)
Serie di Vegetazione: <i>Lonicero xylostei-Quercus cerridis</i> sigmetum
Protezione: nessuna
Selva di Monte Gallo – Offagna (AN)
Superficie: 9 ha
Quota: 170-240 m.s.l.m.
Substrato:
Bioclima: sub-mediterraneo (ombrotipo sub-umido inferiore)
Serie di Vegetazione:
Protezione: nessuna
Selva di Gallignano – Osimo (AN)
Superficie: 12 ha
Quota: 60-170 m.s.l.m.
Substrato: arenarie e sabbie; argille siltose; alluvioni terrazzate
Bioclima: sub-mediterraneo (ombrotipo sub-umido inferiore)
Serie di Vegetazione: <i>Rosa sempervirentis-Quercus pubescentis</i> sigmetum; <i>Asparago acutifolii-Ostrya carpinifoliae</i> sigmetum; <i>Lonicero xylostei-Quercus cerridis</i> sigmetum; <i>Rubio-Fraxino oxycarpae</i> sigmetum
Protezione: Area Floristica Protetta
Selva di Montoro - Filottrano (AN)
Superficie: 27,2 ha
Substrato: arenaceo-pelitico
Quota: 110-160 m.s.l.m.
Bioclima: sub-mediterraneo (ombrotipo sub-umido inferiore)
Serie di Vegetazione: <i>Lonicero xylostei-Quercus cerridis</i> sigmetum
Protezione: nessuna
Selva di S. Paolina – Osimo (AN)
Superficie: 10,7 ha
Substrato: pelitico-arenaceo
Quota: 60-90 m.s.l.m.
Bioclima: sub-mediterraneo (ombrotipo sub-umido inferiore)
Serie di Vegetazione: <i>Asparago acutifolii-Ostrya carpinifoliae iridetosum</i> sigmetum
Protezione: Area Floristica Protetta Regione Marche
Selva di Montepolesco – Filottrano (AN)
Superficie: 31,7 ha
Substrato: arenaceo
Quota: 140 m.s.l.m.
Bioclima: sub-mediterraneo (ombrotipo sub-umido inferiore)
Serie di Vegetazione: <i>Rosa sempervirentis-Quercus pubescentis</i> sigmetum
Protezione: nessuna
Selva di Centofinestre – Filottrano (AN)
Superficie: 12,9 ha
Quota: 230-240 m.s.l.m.
Substrato: arenaceo
Bioclima: sub-mediterraneo (ombrotipo sub-umido inferiore)
Serie di Vegetazione: <i>Rosa sempervirentis-Quercus pubescentis</i> sigmetum
Protezione: nessuna
Selva di Campocavallo – Osimo (AN)
Superficie: 1,5 ha
Quota: 40-60 m.s.l.m.
Substrato:
Bioclima: sub-mediterraneo (ombrotipo sub-umido inferiore)
Serie di Vegetazione: <i>Rosa sempervirentis-Quercus pubescentis</i> sigmetum

(segue)

(segue Tabella 1)

Protezione: nessuna
Selva di Castelfidardo – Castelfidardo (AN)
Superficie: 30 ha
Quota: 20-125 m.s.l.m.
Substrato: arenarie e sabbie; peliti ed arenarie; alluvioni terrazzate
(Segue)
(Segue Tabella 1)
Bioclima: sub-mediterraneo (ombrotipo sub-umido inferiore)
Serie di Vegetazione: <i>Roso sempervirentis-Quercus pubescentis</i> sigmetum; <i>Lonicera xylostei-Quercus cerridis</i> sigmetum; <i>Rubio peregrinae-Carpinus betuli</i> sigmetum
Protezione: Area Floristica Protetta Regione Marche, SIC “Selva di Castelfidardo” IT5320008
Selva dell’Abbadia di Fiastra – Urbisaglia (MC)
Superficie: 98 ha
Quota: 167-259 m.s.l.m.
Substrato: alluvioni terrazzate
Bioclima: temperato oceanico – variante sub mediterranea (ombrotipo sub-umido superiore)
Serie di Vegetazione: <i>Lonicera xylostei-Quercus cerridis</i> sigmetum; <i>Carpinus betuli-Corylus avellanae</i> sigmetum
Protezione: Area Floristica Protetta Regione Marche, SIC “Selva dell’Abbadia di Fiastra” IT5330024, Riserva Naturale dello Stato
Selva presso Porto Potenza Picena (MC)
Superficie: 1,60 ha
Substrato: pianura alluvionale
Quota: 5 m.s.l.m.
Bioclima: temperato oceanico – variante sub mediterranea (ombrotipo sub-umido inferiore)
Serie di Vegetazione: <i>Lauro nobilis-Fraxinus oxycarpae</i> sigmetum
Protezione: nessuna
Selva presso Loro Piceno e S. Angelo in Pontano (MC)
Superficie: 6 ha (castagneti – Bosco totale 63 ha)
Substrato: sabbie giallastre e arenarie nelle parti più alte, argille compatte e marnose nelle parti più basse
Quota: 120-440 m.s.l.m.
Bioclima: temperato oceanico – variante sub mediterranea (ombrotipo sub-umido superiore)
Serie di Vegetazione: <i>Roso sempervirentis-Quercus pubescentis</i> sigmetum; Bosco di <i>Quercus petraea</i> e <i>Castanea sativa</i> (<i>Ruscus hypoglossi-Quercus petraeae</i>); <i>Symphyla bulbosi-Ulmus minoris</i> sigmetum
Protezione: Area Floristica Protetta Regione Marche
Selva di Monte Franco e Selva di Villa Lauri - Pollenza (MC)
Superficie: 7,10 ha (Monte Franco); 23,80 ha (Villa Lauri)
Quota: 180-240 m.s.l.m. (Monte Franco); 210-240 m.s.l.m (Villa Lauri)
Substrato: arenarie
Bioclima: temperato oceanico – variante sub mediterranea (ombrotipo sub-umido superiore)
Serie di Vegetazione: <i>Roso sempervirentis-Quercus pubescentis</i> sigmetum
Protezione: nessuna
Selva di Pitino – S. Severino Marche (MC)
Superficie: 29 ha
Quota: 500-550 m.s.l.m.
Substrato: argille e arenarie
Bioclima: temperato oceanico (ombrotipo sub-umido superiore)
Serie di Vegetazione: <i>Roso sempervirentis-Quercus pubescentis</i> sigmetum
Protezione: nessuna
Macchia de Foco – Sarmano (MC)
Superficie: 130 ha
Quota: 560-900 m.s.l.m.
Substrato: arenarie
Bioclima: temperato oceanico (ombrotipo sub-umido inferiore)
Serie di Vegetazione: <i>Cardamine kitaibelii-Castanea Sativae</i> sigmetum; <i>Peucedano cervariae-Quercus pubescentis</i> sigmetum; <i>Carpinus betuli-Corylus avellanae</i> sigmetum

Protezione: Area Floristica Protetta Regione Marche
Bosco Pelagallo – Monte Vidon Combatte (AP)
Superficie: 5 ha
Quota: 160-165 m.s.l.m.
Substrato: terrazze alluvionali
Bioclima: temperato oceanico – variante sub mediterranea (ombrotipo sub-umido superiore)
Serie di Vegetazione: Bosco di farnia: aggr. a <i>Quercus robur</i> ;
Protezione: Area Floristica Protetta Regione Marche
Bosco Monte Calvo – Appignano del Tronto (AP)
Superficie: 15,6 ha
Quota: 420-490 m.s.l.m.
Substrato: arenarie e argille
Bioclima: temperato oceanico – variante sub mediterranea (ombrotipo sub-umido inferiore)
Serie di Vegetazione: <i>Roso sempervirentis-Quercus pubescentis</i> sigmetum
Protezione: nessuna
Colline costiere tra Pedaso e Grottammare (AP)
Superficie: Lecce tra Cupra Marittima e Ripatransone (5 ha), Boschetto di Cugnolo Fermo (8,7 ha), Colline a sud di Ponte San Biagio (7,5 ha), Collina Aprutina a Nord di Pedaso Altidona (19,4 ha), Collina la Cupa Pedaso (34 ha) (Totale 74,6 ha)
Substrato: sabbie, arenarie e conglomerati di tetto
Quota: 10-190 m.s.l.m.
Bioclima: meso-mediterraneo (ombrotipo sub-umido inferiore)
Serie di Vegetazione: <i>Roso sempervirentis-Quercus pubescentis ericetosum arboreae</i> sigmetum; Serie edafo-xerofila su conglomerato del pino d’Aleppo; <i>Asparagus acutifolii-Ostrya carpinifoliae</i> sigmetum; Serie edafo-igrofila su conglomerato del nocciolo; <i>Cyclamino hederifolii-Quercus ilicis</i> sigmetum
Protezione: Area Floristica Protetta Regione Marche, SIC “Boschi tra Cupramarittima e Ripatransone” IT5340002
Molise
Bosco Fantine – Campomarino (CB)
Superficie: 12 ha
Substrati: sabbie
Altitudine: 5 m s.l.m.
Bioclima: meso-mediterraneo
Serie di Vegetazione: <i>Carici-Fraxinetum oxycarpae</i> sigmetum
Protezione: SIC “Foce Saccione” IT7282217
Puglia
Boschi dei valloni – Chieuti (FG)
Superficie: 90 ha
Substrati: conglomerati
Altitudine: 15-40 m s.l.m.
Bioclima: meso-mediterraneo
Serie di Vegetazione: <i>Lonicera xylostei-Quercus cerridis</i> sigmetum; <i>Cyclamino hederifolii-Quercus ilicis</i> sigmetum <i>Carpinus betuli-Corylus avellanae</i> sigmetum
Protezione: nessuna

Tabella 1. Schede dei boschi residui oggetto d’indagine.

Descrizione sintetica delle caratteristiche ambientali dei principali boschi residui. I casi di studio derivano da vari progetti di ricerca sviluppati negli ultimi cinque anni, tra i quali il Progetto Reti ecologiche negli agroecosistemi (PRIN 2003 – Dottorato di ricerca 4° ciclo 2003-2005), il Censimento dei boschi residui della Regione Marche (Dottorato di ricerca 5° ciclo 2004-2006), il Progetto di ricerca LIFE della Riserva Naturale di Onferno (Regione Emilia-Romagna, 2005) e il Progetto di ricerca Bosco Fantine (Regione Molise, 2007).

Table 1. Residual woods files.

Brief description of residual woods with environmental characterization. Case studies come from various research projects developed over the past five years, including the “Ecological networks in agroecosystems” project (PRIN 2003 ; PhD 4th cycle 2003-2005), the “Residual woods census in the Marche Region” project (PhD 5th cycle 2004-2006), the “Onferno Natural Reserve” LIFE project (Emilia-Romagna Region, 2005), and the “Fantine wood” research project (Molise Region, 2007).

Tableau 1. Dossier des forêts résiduelles étudiées.

Breve description des caractéristiques environnementales des principales forêts résiduelles. Les cas d’étude dérivent de divers projets de recherche développés pendant les dernières cinq années, y compris: le projet «Réseaux écologiques dans les agro-écosystèmes» (PRIN 2003 - PhD 4e cycle 2003-2005), le «Recensement des forêts résiduelles de la région des Marches» (PhD 5e cycle 2004-2006), le projet de recherche LIFE-Nature «Reserve Naturelle du Onferno» (Emilie-Romagne, 2005), et le projet de recherche «Bois Fantine» (Région du Molise, 2007).

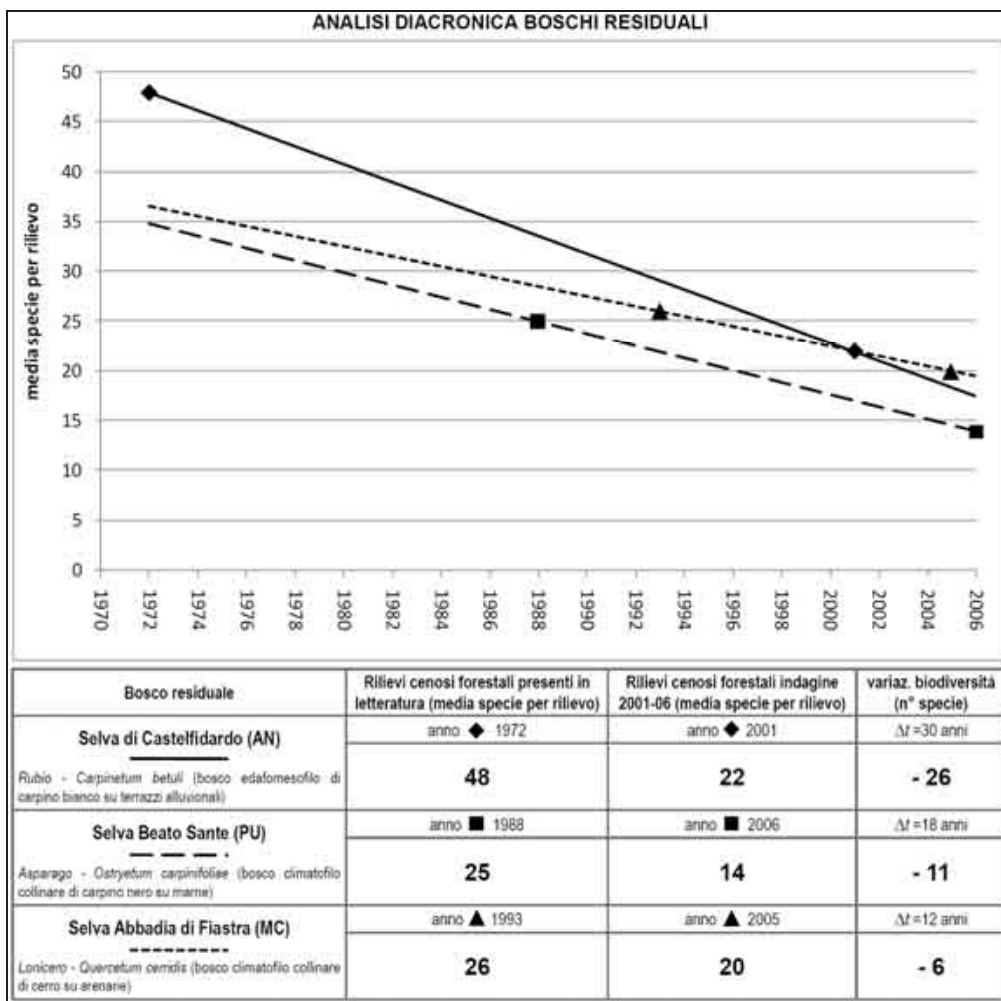


Tabella 2. Confronto diacronico del numero di specie per rilievo della vegetazione forestale:

Il confronto diacronico è stato realizzato nelle tre aree boscate per le quali esistevano precedenti studi della vegetazione in letteratura. Questo ha permesso di misurare la variazione del numero medio di specie per rilievo nelle tre situazioni, collegate dalla stessa condizione di abbandono delle pratiche di manutenzione e di sfruttamento economico. Per quanto riguarda la Selva di Castelfidardo, che presenta il più lungo intervallo di tempo ed il valore più elevato di perdita di biodiversità (26 specie in meno nella media), occorre precisare che nello studio del 1972 i rilievi sono stati effettuati su superfici molto ampie (da 400 a 600 mq) dell'unica cenosi all'epoca riconosciuta, una cerreta con carpino bianco (probabilmente a cavallo di più tipologie di vegetazione attualmente individuate), nel calcolo della media attuale si è tenuto conto di questo, ma rimane una certa imprecisione del dato di confronto. In merito alla Selva del Beato Sante, il bosco analizzato nel 1988 è quello a dominanza di carpino nero, l'arco temporale è intermedio (18 anni) e la perdita di specie è di 11 rispetto alla media dei rilievi attuali. Infine per quanto riguarda la Selva dell'Abbadia di Fiastra, l'intervallo di tempo è il più esiguo (12 anni), come pure la differenza nella media delle specie (-6), tuttavia il dato risulta molto significativo in quanto si tratta di rilievi effettuati sulle cenosi di cerro già studiate dallo stesso autore ed effettuate quindi nelle stesse stazioni di confronto.

Table 2. Diachronic comparison of biodiversity (mean of species per relevé) in forest vegetation:

The diachronic comparison was carried out in three wooded areas for which previous vegetation studies were available in literature. This allowed to measure variations in the mean number of species per relevé in all the three situations characterized by the same abandoning condition of all maintenance and exploitation practices. For the Castelfidardo wood, which has the longest period of observation and the highest value of biodiversity loss (26 species less in average), it must be clarified that the 1972-study measurements were made on wider surfaces (400 to 600 square meters). Moreover, relevés were done on the only forest coenosis known at the time, an oak wood with white hornbeam, which is currently identified in two different types of vegetation. This factors were taken into account in the current mean calculation, but a certain inaccuracy in comparison data still remains. The Beato Sante wood, with a black hornbeam forest studied in 1988, shows a biodiversity loss (11 species compared to current mean per relevé) expressed in an intermediate time lapse (18 years). Finally, the Fiastra Abbey wood shows a minor difference in species mean (-6) in a limited observation period (12 years). This data becomes significant if we consider that relevés were made, on the *Quercus cerris* coenosis, by the same author in the same comparison areas.

Tableau 2. Comparaison diachronique du nombre des espèces par relevé de la végétation forestière :

La comparaison diachronique a été réalisée dans trois zones boisées pour lesquelles il y a des études de végétation antérieures en littérature. Cela nous a permis de mesurer la variation du nombre moyen des espèces par relevé dans trois situations qui sont liées par la même condition d'abandonnement des pratiques d'entretien et d'exploitation. En ce qui concerne le bois de Castelfidardo, qui a le plus long intervalle de temps et la valeur de perte de biodiversité la plus élevée (26 espèces en moins), il faut expliquer que dans l'étude du 1972 les mesures ont été faites sur des surfaces de 400 à 600 mètres carrés. De plus, les relevés ont été fait sur le seul bois reconnu, un bois de chêne cerre avec du charme commun (probablement entre plusieurs types de végétation actuellement recensés), donc dans le calcul de la moyenne actuelle on a tenu compte de ce facteur, mais il y a encore une certaine imprécision sur la comparaison des données. Dans le bois du Beato Sante, analysé en 1988 et prédominé par le charme commun, il y a un intervalle de temps intermédiaire (18 ans) et une perte des 11 espèces par rapport à la moyenne des relevés actuelles. Enfin, en ce qui concerne le bois de l'Abbaye de Fiastra, l'interval est plus limitée (12 ans) comme la différence moyenne en espèces (-6), mais la donnée est très important puisque les relevés ont été faits sur le bois de chêne cerre déjà étudiés par le même auteur et dans les mêmes lieux de comparaison.

SUMMARY

RESIDUAL FORESTS IN ITALY

The evolution of Italian landscape from post-war to nowadays represents a peculiar situation in the last 500 years. We are the first to observe large forest areas left to their natural evolution. Changes involved in this process are not always easily predictable, and they certainly have different consequences whether they concern foothills forest areas inside complex contiguous forestry systems, or isolated small woods spread inside urban and agricultural landscapes. While foothills areas show a widespread recovery of forests maturity, which is not always followed by a naturalness and biodiversity increase, hilly and plain rural landscape suffer a progressive qualitative-quantitative impoverishment of semi-natural non-productive areas due to agriculture and urban activities. In this context, the few residual stripes of semi-natural forests are in a delicate position, since their environmental value did not save them from agronomical pressure, and their economic use is being replaced by abandonment (often as a conservation unweighted choice). Nonetheless, there is a lack of economic resources, of adequate study, management and maintenance experiences able to ensure structure and biodiversity conservation of vegetation and fauna.

RÉSUMÉ

FORÊTS RÉSIDUELLES EN ITALIE

L'évolution du paysage italien depuis l'après-guerre a aujourd'hui est une situation qui n'a pas d'égal dans les 500 dernières années. Nous sommes les premiers à observer de grandes zones boisées laissées à leur évolution naturelle. Les changements impliqués dans ce processus ne sont pas toujours facilement prévisibles pour nous, et certainement ils auront des conséquences très différentes si on considère les forêts dans des complexes plus ou moins vastes des systèmes de sylviculture contigus, ou des petits noyaux boisés isolés à l'intérieur d'un paysage dominé par l'agriculture et plus ou moins profondément urbanisée. Pendant que dans le contreforts nous assistons à une importante et généralisée récupération de maturité, pas toujours accompagnée par une augmentation de naturalité et de biodiversité, dans le paysage rural de plaines et de collines il y a un appauvrissement qualitatif et quantitatif progressif des domaines semi-naturels non-productifs causés par l'agriculture et l'urbanisation. Dans ce contexte, les forêts résiduelles se trouvent dans une position particulièrement délicate: leur valeur environnementale ne les a pas préservés de la pression agronomique, et l'utilisation économique a été remplacée par l'abandon (souvent comme un choix non pondéré de conservation). Cependant il manque des ressources économiques adéquates, une expérience suffisante sur les méthodes d'étude, de gestion et de maintenance, qui peuvent assurer la conservation, pas seulement de la structure mais aussi de la biodiversité floristique et faunistique.

BIBLIOGRAFIA

- Baldetti E., Grimaldi F., Moroni M., Compagnucci M., Natali A., 1983 – *Le basse valli del Musone e del Potenza nel Medioevo*. Archivio Storico Santa Casa di Loreto.
- Baldoni M., 1995 – Vegetazione infestante le colture erbacee delle Marche e dei piani carsici dell'Appennino Umbro-Marchigiano (Italia Centrale) e serie di vegetazione. *Colloques Phytosociologiques XXIV*: 787-812.
- Biondi E., Taffetani F., 1999 – *Controllo e gestione dei processi di rinaturazione*. In: *Agroecosistema ed ecosistema. Aspetti ambientali, produttivi e socio-economici*. Ancona: 11-34.
- Ciancio O., Nocentini S., 2001 – *Gestione forestale delle aree protette*. *Informatore Botanico Italiano* 33(1): 144-147.
- Di Martino P., 1996 – *Storia del Paesaggio Forestale del Molise (Sec. XIX-XX)*. Istituto Regionale per gli Studi storici del Molise "V. Cuoco", Campobasso.
- Fermanelli A., Magliola C., 1996 – *Piano di gestione della Riserva Naturale Abbadia di Fiastra*. Riserva Naturale Abbadia di Fiastra, vol. 3.
- Moroni, 1985 – *Castelfidardo nell'età moderna. Politica, economia e vita quotidiana dal Medioevo all'Ottocento*. Assessorato alla Cultura. Amministrazione Comunale di Castelfidardo.
- Pedrotti F., Cortini Pedrotti C., 1975 – *Inquadramento fitosociologico e flora muscinale della selva di Castelfidardo (Marche)*. *Atti Ist. bot. Lab. Critt. Università di Pavia*, X: 117-126.
- Poldini L., Buffa G., Sburlino G., Vidali M., 2007 – *I boschi della Pianura Padana orientale e problemi inerenti alla loro conservazione*. In: *Le foreste di pianura: dinamica e ripristino ambientale*. 19-20 ottobre, Brescia.
- Taffetani F., 1990 – *Modificazioni dell'Ambiente dal XVII secolo ad oggi in un tratto del litorale medio-adriatico*. *Proposte e ricerche*, 26: 2-16.
- Taffetani F., 1991 – *Il litorale Nord dell'antica "Capitanata", dalla storia di un patrimonio naturale dissipato alla tutela delle ultime preziose testimonianze*. *Almanacco del Molise, Campobasso*, 1: 293-351.
- Taffetani F., Biondi E., 1992 (1989) – *La vegetazione del litorale molisano e pugliese tra le foci dei Fiumi Biferno e Fortore (Adriatico centro-meridionale)*. *Colloques Phytosociologiques*, 18: 323-350.
- Taffetani F., Biondi E., 1993 – *Boschi a cerro (Quercus cerris) e carpino orientale (Carpinus orientalis) del versante adriatico italiano centro-meridionale*. *Ann. Bot.*, 61(10): 229-240.
- Taffetani F., Micheletti A., Giannangeli A., Rismondo M., Zitti S., (in stampa) – *Boschi residuali nelle Marche: primi risultati del censimento*. In: *Quale futuro per il bosco appenninico*, Fabriano 15-17 novembre. Parco Gola della Rossa-Frasassi.
- Taffetani F., Rismondo M., 2002 – *Vegetational landscape, territory management and environmental conservation of the Castelfidardo wood and the surrounding area*. *Abstracts International Symposium of Biodiversity e Phytosociology, University of Ancona, September 18-19/2002*: 136-137.
- Taffetani F., Rismondo M., (in stampa) – *Paesaggio vegetale, gestione del territorio e conservazione ambientale della Selva di Castelfidardo e dell'area circostante*. In: *Quale futuro per il bosco appenninico*, Fabriano 15-17 novembre. Parco Gola della Rossa-Frasassi.
- Taffetani F., Zitti S., Scaravelli D., 2005 – *Flora e vegetazione delle Riserva Naturale Orientata di Onferno*.

Regione Emilia-Romagna, Riserva Naturale Orientata di
Onferno, Cesena.
Ubaldi D., 1988 – *“La vegetazione boschiva della Provincia*

di Pesaro e Urbino”. Esercitazioni dell’Accademia
Agraria in Pesaro.

FRAMMENTAZIONE DELLE FORESTE MEDITERRANEE E BIODIVERSITÀ: DUE CASI DI STUDIO IN ITALIA CENTRALE

(*) DREAM Italia, Poppi (AR)

(**) Dipartimento di Biotecnologie Agrarie, Università degli Studi di Firenze

La frammentazione degli habitat è stata molto studiata nei suoi effetti negativi sulla biodiversità. Uno degli effetti negativi della frammentazione consiste nell'aumento dei margini, con la conseguente scomparsa di specie ecologicamente esigenti ("interior species"). L'effetto margine non è certamente l'unico degli effetti della frammentazione, agendo infatti assieme ad altri. Il quadro conoscitivo e teorico sulla frammentazione è stato formulato per ambienti diversi da quelli mediterranei, nei quali la frammentazione è un fenomeno di antica origine, per cui il mero trasferimento delle acquisizioni ricavate altrove dovrebbe essere verificato.

Utilizzando le comunità di uccelli nidificanti come indicatori di biodiversità, abbiamo verificato effetto margine e isolamento, effettuando rilievi standardizzati in due situazioni ambientali "quasi sperimentali". Abbiamo utilizzato la ricchezza specifica come indicatore di biodiversità. Questa, unitamente alla presenza delle specie più rappresentate, è stata analizzata mediante GLM, verificando l'effetto margine e il livello di isolamento, tenendo conto di altri fattori ambientali intrinseci ed estrinseci al bosco.

I risultati mostrano che il margine ha un forte effetto positivo sulle specie ecotonali, mentre le specie forestali non sembrano risentirne in alcun modo. Inoltre, sebbene si notino effetti dell'isolamento dei frammenti, questi spesso riguardano specie non ritenute sensibili alla frammentazione, mentre altre, considerate molto sensibili, nel nostro caso non sembrano influenzate. In questi due casi di studio, pertanto, l'effetto margine non pare avere un effetto negativo sulle comunità ornitiche forestali, e l'isolamento non agisce in modo chiaramente negativo sulle stesse comunità. Sarebbe importante tener conto di queste acquisizioni, approfondendo le indagini su altri contesti e altri *taxa*, allo scopo di ottenere strumenti efficaci di valutazione del paesaggio forestale mediterraneo.

Parole chiave: comunità ornitiche, effetto margine, isolamento.

Key words: bird community, edge effect, fragment isolation.

Mots clés: communautés d'oiseaux, effet de lisière, isolement.

1. INTRODUZIONE

La frammentazione degli habitat è considerato, tra i processi di degradazione ambientale causati dall'uomo, uno tra quelli più preoccupanti per il mantenimento della biodiversità a scala globale (cfr. Battisti, 2004). Questo processo, pur avendo interessato anche habitat non boschivi, ha riguardato e riguarda tuttora soprattutto le foreste, sia nelle zone equatoriali e tropicali, sia nella fascia temperata ed in quella boreale (Rochelle *et al.*, 1999). In questo ambito una mole notevole di studi ha permesso di collegare l'entità della frammentazione ad una graduale perdita di "qualità" dei sistemi, soprattutto forestali (Andrèn, 1994).

Molte sono le cause invocate per spiegare questo fenomeno (Fisher e Lindenmayer, 2007), infatti la frammentazione ambientale può agire sia a livello individuale, sia a livello di popolazione, riducendo in diversi modi la fitness individuale e conseguentemente la vitalità delle popolazioni, portando gradualmente ad un processo di estinzione selettiva, a carico delle specie maggiormente esigenti da un punto di vista ecologico.

Tra i principali effetti della frammentazione due sono quelli che hanno meritato particolare interesse: da un lato l'aumento dei margini, e corrispondentemente la riduzione delle porzioni "interne" dell'habitat; dall'altro lato un effetto fondamentale è collegato dal progressivo isolamento dei frammenti residui, la cui connettività con le altre porzioni dell'habitat si riduce conseguentemente.

L'aumento dei margini (generalmente tra foresta e ambienti non forestali quali coltivi o aree urbanizzate) determina complesse interazioni ecologiche tra specie, collegabili sostanzialmente a competizione interspecifica, predazione e parassitismo, in un contesto – il margine – caratterizzato da maggiore produttività, nel quale pertanto le specie più generaliste tendono a soppiantare le specie più esigenti (dette anche "interior species", Villard, 1998).

La frammentazione, al contrario, sebbene inscindibile, almeno in via teorica, dall'incremento dei margini, agisce sulle specie in modi estremamente diversi. In questo caso, infatti, prevalgono fenomeni legati ai processi di estinzione e colonizzazione, collegati essenzialmente alle caratteristiche intrinseche delle specie, quali la strategia riproduttiva, la capacità di dispersione, i processi di *inbreeding* ed il loro impatto sulla vitalità delle popolazioni.

Sebbene, pertanto, le tematiche legate alla frammentazione ambientale siano state oggetto di numerosi studi, rimangono due questioni ad oggi apparentemente poco indagate e chiarite. La prima riguarda la specifica enucleazione dell'effetto margine, le cui conseguenze spesso sono valutate cumulativamente agli altri effetti della frammentazione, sebbene agiscano su processi specifici. La seconda concerne la presenza di effetti differenziati della frammentazione al variare del contesto geografico e ambientale. È stato visto, infatti, che acquisizioni valide per uno specifico contesto geografico non possono essere meramente trasfe-

rite, senza un'opportuna verifica, dato che molti dei processi coinvolti agiscono a livelli molto differenziati, sia per le caratteristiche dei sistemi ambientali coinvolti, sia per la natura mai perfettamente "inerte" della matrice nella quale i frammenti sono immersi (George e Dobkin, 2002).

Nel contesto mediterraneo, nel quale la frammentazione è un fenomeno di antica origine, sia per le caratteristiche ambientali di questa area, sia per l'esistenza di un millenario impatto antropico (Grove e Rackham, 2003), pare quantomeno rischioso trasferire acquisizioni ricavate altrove, sebbene anche nel bacino del Mediterraneo paiano oggi agire processi di frammentazione preoccupanti, e paragonabili a quelli registrati in altri contesti.

Utilizzando le comunità di uccelli nidificanti come indicatori di biodiversità, abbiamo provato a verificare effetto margine e isolamento, analizzando due situazioni ambientali "quasi sperimentali", una nella quale prevale l'effetto margine, la seconda caratterizzata da notevole frammentazione.

2. AREE DI STUDIO

La prima area di studio è la foresta di Montioni (LI-GR), un sistema continuo di oltre 3000 ha, formata, in parti quasi uguali, da leccete e da cerrete (sono presenti altresì piccole porzioni a sughera e alcuni lembi di pinete), governate entrambe, fino ad un recente passato, a ceduo matricinato. Questa foresta confina su tre lati con ambienti agricoli e, in minor misura, con aree antropizzate, mentre verso l'interno è collegata al vasto sistema forestale delle Colline Metallifere. In questa situazione, pertanto, è decisamente preponderante l'effetto margine, che ovviamente agisce lungo i tre suddetti lati non forestali, mentre è verosimile che si possa considerare scarso o assente l'effetto dell'isolamento.

La seconda area di studio, situata anch'essa in ambito peninsulare italiano, è costituita dai boschi delle colline marchigiane, più specificamente in provincia di Ancona e, marginalmente, Macerata. In questo contesto abbiamo indagato una serie di lembi di foresta secondo un gradiente che, dalla costa, si spinge fino ai primi rilievi montuosi.

Lungo questo gradiente geografico il grado di isolamento e frammentazione dei boschi diminuisce fortemente, passando da pochi boschi relitti immersi in una matrice di coltivi (zone subcostiere), fino a contesti a matrice forestale quasi continua (zone dei primi rilievi interni).

Abbiamo, in questi ambiti, selezionato le formazioni a caducifoglie, privilegiando i querceti (cerro e roverella), che peraltro costituiscono la quasi totalità delle formazioni forestali presenti (Biondi e Allegrezza, 1996).

3. METODI

3.1 Acquisizione dei dati

In entrambe le aree di studio abbiamo censito le comunità ornitiche nidificanti con il metodo dei punti di ascolto (Bibby *et al.*, 2000) della durata di 10 minuti, concentrando i rilievi durante la stagione riproduttiva (1 maggio – 10 giugno), in giornate con vento debole (<4 secondo la scala di Beaufort) e assenza di precipitazioni. I rilievi sono stati eseguiti nelle prime 3.5 ore dopo l'alba, nel 2005 a Montioni e nel 2007 nelle colline marchigiane.

La localizzazione dei punti di rilievo è stata selezionata in base a: 1) distribuzione omogenea nell'area di studio; 2)

non sovrapposizione tra gradienti di campionamento (data e orario dei rilievi) e gradienti ambientali (in particolare la distanza dal margine ed il grado di isolamento); 3) la distanza minima tra i punti è stata fissata in 250 m, al fine di ottenere campioni indipendenti. Seguendo questi principi, è stato possibile selezionare 197 punti d'ascolto a Montioni, e 103 nelle colline marchigiane.

I contatti uditivi con gli uccelli sono stati acquisiti mediante registrazioni audio digitali (Haselmayer e Quinn, 2000) realizzate con microfono stereo panoramico, e dimostratesi un metodo efficiente di rilevamento (Tellini Florenzano *et al.*, 2006).

I dati ambientali sono stati in parte rilevati direttamente sul campo, in parte desunti dall'analisi di diverse fonti cartografiche. Allo scopo si è rilevata l'area basimetrica ad ettaro (totale, divisa per specie, delle sole piante morte). Si è poi proceduto alla misura, per i 20 alberi più prossimi, del diametro ad 1,30 m dal suolo annotandone lo stato fitosanitario (Samuelsson *et al.*, 1994). E' stata stimata anche l'altezza del bosco ed infine è stata rilevata e misurata la necromassa presente, sia in piedi, sia a terra.

Dall'analisi GIS della cartografia, si sono invece desunti dati riguardanti il contesto in cui è inserito il punto ed in particolare mediante cartografia tematica, integrata ove necessario da fotointerpretazione, è stato possibile rilevare l'uso del suolo, mentre un modello digitale del terreno ha fornito dati relativi alla morfologia e alla topografia dell'area intorno a ciascun punto.

3.2 Analisi dei dati

Volendo determinare gli effetti di due specifiche classi di variabili (effetto margine e grado di isolamento) su variabili ornitiche (ricchezza in specie, presenza e abbondanza delle stesse) che dipendono anche da molteplici altri fattori intrinseci ed estrinseci al bosco, abbiamo prima di tutto provveduto a semplificare l'insieme di queste covariate (cfr. acquisizione dei dati) mediante PCA, allo scopo di utilizzare fattori non correlati tra loro e di ottenere modelli aventi maggiore parsimonia (Legendre e Legendre, 1998).

Abbiamo poi calcolato, per Montioni, sei parametri di margine, espressi come gradienti di distanza dal bordo del bosco, considerando una serie di valori limite (50, 100, 200, 400, 600, 800 m), per i quali si suppone che possa scomparire l'effetto.

Nel caso delle colline marchigiane abbiamo calcolato l'entità dell'isolamento dei frammenti attraverso quattro parametri: percentuale di copertura boschiva in un raggio di 600 m dal punto e di 2800 m; dimensione del frammento di bosco nel quale è inserito il punto; distanza del frammento dal paesaggio alto collinare a matrice forestale.

In entrambi i casi abbiamo infine costruito, tramite GLM (modelli lineari generalizzati, cfr. Draper e Smith, 1998), due modelli per ciascuna variabile ornitica, il primo considerando solo i fattori intrinseci ed estrinseci al bosco, ovvero le PCA, e il secondo provando ad aggiungere l'effetto del margine (Montioni), o quello del grado di isolamento del bosco (colline marchigiane). La scelta delle variabili è stata fatta utilizzando il criterio di Akaike (AIC, cfr. McQuarrie e Tsai, 1998), conservando le sole variabili che davano un contributo significativo ($p < 0.05$) alla funzione.

4. RISULTATI

In entrambe le situazioni studiate, la ricchezza totale delle comunità ornitiche risente in modo positivo della frammentazione (Tab. 1), sia che si tratti del solo effetto margine (Montioni), sia che si tratti di isolamento sempre maggiore delle *patch* di bosco (colline marchigiane). Questo risultato dipende dalla sempre maggior presenza di specie ecotonali all'aumentare della frammentazione, combinata con la permanenza di una componente di specie legate al bosco, come dimostrato dal mancato impoverimento di questa componente (assenza di effetti).

Considerando invece le risposte delle specie ornitiche forestali, prima di tutto si nota che quasi tutte non sembrano rispondere negativamente all'effetto margine. Tra le dieci specie considerate, infatti, il solo pettirosso mostra di essere effettivamente una *interior species*. Più complessa appare la situazione se si prende in esame il caso di studio marchigiano. In quest'area, infatti, su 12 specie, ben cinque mostrano di risentire negativamente, in varia misura, della frammentazione e del conseguente isolamento dei frammenti di bosco.

5. DISCUSSIONE

Tra le numerose conseguenze della frammentazione ambientale, l'aumento dei margini è considerato, da alcuni autori (es. Reed *et al.*, 1996), uno dei principali responsabili della perdita di biodiversità. Nel nostro caso di studio di Montioni, al contrario, almeno per quanto riguarda le comunità ornitiche, il solo effetto margine non pare avere effetti significativi, con una sola eccezione (il pettirosso). In base a queste risultanze, pertanto, dovrebbe essere usata con molta cautela l'attribuzione alle specie dell'attributo di "interior", attributo che rischia di essere totalmente privo di significato in un contesto mediterraneo.

Per quanto concerne l'isolamento dei frammenti residui di bosco, questo pare influenzare direttamente non tanto la struttura della comunità, nella quale infatti la componente ornitica strettamente legata al bosco permane costante nella sua ricchezza, quanto la sua composizione. Se infatti alcune specie sembrano risentire effettivamente dell'isolamento dei boschi, la loro riduzione pare compensata da altre, per cui non pare di poter parlare di impoverimento delle comunità. E' interessante in questo contesto notare che, tra le specie che non sembrano risentire dell'isolamento dei frammenti, ve ne sono alcune che altrove paiono risentirne pesantemente

(es. picchio muratore, Matthysen *et al.*, 1995). È verosimile, con queste premesse, che la situazione riscontrata nelle colline marchigiane non dipenda tanto dall'effettivo isolamento dei boschi, ma che vi siano coinvolti anche altri fattori, ad esempio climatici. Il lui piccolo, ad esempio, è una specie generalmente rara in zone di bassa collina e pianura (Meschini e Frugis, 1993), e la sua forte dipendenza dalla matrice forestale, potrebbe in parte ricondursi alla presenza di un clima più temperato nelle aree interne delle Marche.

In sostanza, pertanto, pare di notare che, nel contesto mediterraneo studiato, le comunità ornitiche da un lato non risentano, nella loro componente forestale, della frammentazione del bosco, almeno nella situazione effettivamente registrabile su questi territori, mentre d'altra parte l'importanza dei frammenti forestali sia sempre più elevata come aree di rifugio per le specie ecotonali, la cui ricchezza specifica aumenta sensibilmente, sia con l'aumentare degli ambienti di margine, sia con la frammentazione dei lembi di foresta.

Questi risultati sono verosimilmente da ricondurre alla particolare storia dei paesaggi mediterranei, nei quali, sia attraverso l'azione millenaria dell'uomo, ma anche per altre concause (Blondel e Aronson, 1999), i paesaggi sono da sempre caratterizzati da una forte eterogeneità, alla quale si sono verosimilmente adattate le comunità ornitiche, risultando capaci di far fronte alla frammentazione in modo efficiente (Blondel, 1988).

Sarebbe importante tener conto di queste acquisizioni, approfondendo le indagini su altri contesti e altri *taxa*, che possono mostrare una risposta alla frammentazione molto diversa da quella mostrata dagli uccelli (es. Aparicio *et al.*, 2008; Ioannidis *et al.*, 2008), per ottenere un insieme di conoscenze effettivamente utilizzabili nel contesto mediterraneo. Il semplice trasferimento di strumenti e categorie elaborati in ambienti differenti, infatti, spesso si dimostra inefficiente per comprendere le specificità delle situazioni (es. Sallabanks, 2002), e non pare adeguato né sufficiente per ottenere strumenti efficaci per la comprensione dei processi, soprattutto quando si ha a che fare con contesti caratterizzati da una propria storia (biogeografia e antropizzazione del Mediterraneo sono fenomeni unici, cfr. Grove e Rackham, 2003), non assimilabile ad altre.

RINGRAZIAMENTI

Ringraziamo Elena Giannotti, Carlotta Maiani e Alessandra Tiberi per aver raccolto i dati di campagna. Laurette Leonessi per la traduzione del riassunto in francese.

	Effetto margine (Montioni)			Isolamento (coll. marchigiane)		
	effetto	delta AIC	scala	effetto	delta AIC	scala
ricchezza totale (n. specie/punto)	positivo	-27.93	400	positivo	-6.07	600-2800
ricchezza in specie forestali	assente			assente		
Colombaccio <i>Columba palumbus</i> Linnaeus, 1758	assente			negativo	-4.38	600
Picchio verde <i>Picus viridis</i> Linnaeus, 1758	assente			-	-	-
Scricciolo <i>Troglodytes troglodytes</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	-	assente		
Pettiroso <i>Erithacus rubecula</i> (Linnaeus, 1758)	negativo	-12.99	200	negativo	-3.44	2800
Merlo <i>Turdus merula</i> Linnaeus, 1758	assente			assente		
Capinera <i>Sylvia atricapilla</i> (Linnaeus, 1758)	assente			assente		
Lui piccolo <i>Phylloscopus collybita</i> (Vieillot, 1817)	-	-	-	negativo	-15.94	dimensione patch
Codibugnolo <i>Aegithalos caudatus</i> (Linnaeus, 1758)	assente			-	-	-
Cinciarella <i>Cyanistes caeruleus</i> (Linnaeus, 1758)	assente			assente		
Cinciallegra <i>Parus major</i> Linnaeus, 1758	assente			assente		
Picchio muratore <i>Sitta europaea</i> Linnaeus, 1758	-	-	-	assente		
Rampichino comune <i>Certhia brachydactyla</i> Brehm, 1820	assente			assente		
Ghiandaia <i>Garrulus glandarius</i> (Linnaeus, 1758)	assente			negativo	-19.22	600
Fringuello <i>Fringilla coelebs</i> Linnaeus, 1758	-	-	-	negativo	-9.51	distanza "foresta"

Tabella 1. Riepilogo dei modelli GLM sviluppati per i valori di ricchezza specifica e per le specie ornitiche forestali. A sinistra i risultati relativi a Montioni, a destra quelli sulle colline marchigiane: nei casi nei quali si ha un effetto rilevante della variabile considerata (rispettivamente margine e isolamento), è riportato il segno dell'effetto, corredato del valore di delta AIC, ovvero dell'incremento di informazione del modello inserendo la variabile stessa (valori <-2 sono considerati apprezzabili, Eraud *et al.*, 2007). Nelle colonne "scala" sono riportati i livelli di scala ai quali sono sensibili i rispettivi parametri ornitici (cfr. Analisi dei dati).

SUMMARY

MEDITERRANEAN FOREST FRAGMENTATION AND BIODIVERSITY: TWO CASE-STUDIES FROM CENTRAL ITALY

The negative effects on biodiversity of the habitat fragmentation are well known. One of these effects consists in the increase of habitat edges, with the corresponding loss of interior species. The edge-effect acts together with a plethora of other processes linked with habitat fragmentation. The present knowledge about these processes has been obtained from contexts other than the Mediterranean region, where habitat fragmentation is a long-time process. Transferring merely this knowledge into this area should be at least verified.

We have verified the effects of fragmentation and separately of edge on biodiversity, making use of the breeding-bird communities as indicators, in two quasi-experimental forest contexts. We have tested edge- and fragmentation-effect on bird species richness, and on the presence of the more common species, through GLM, accounting also for other important covariates.

The results show that the edge has a strong positive effect on edge species, but has no effect on the presumed interior species. Fragmentation, though important in many instances, does not seem to affect those species known to be strongly affected by this process. In these two Mediterranean case-studies, therefore, the edge-effect does not seem to affect negatively the forest bird community, and also the fragment isolation does not act in a straight

negative way. It should be important to develop the studies on other contexts and other taxa, to obtain reliable evaluation tools for the Mediterranean forest landscapes.

RÉSUMÉ

LA FRAGMENTATION DES FORETS MEDITERRANEES ET BIODIVERSITE: DEUX CAS D'ETUDE EN ITALIE CENTRALE

La fragmentation des habitats a été très étudiée pour ses effets négatifs sur la biodiversité. Un des effet négatif de la fragmentation consiste à l'augmentation des marges, avec la conséquente disparition des espèces écologiquement exigeantes ("interior species"). L'effet de lisière n'est pas certainement le seul effet de la fragmentation, car il agit avec des autres. Le cadre cognitif et théorique sur la fragmentation a été formulé pour des milieux différents de ceux méditerranées, dans lesquels la fragmentation est un phénomène d'origine antique, pour lequel le déplacement des acquisitions produits ailleurs devra être vérifié.

En utilisant le communautés des oiseaux nicheurs comme indicateurs de biodiversité, nous avons vérifié l'effet de lisière et d'isolement, avec la réalisation des échantillonnages standardisés en deux situations ambiantes "presque expérimentales". Nous avons utilisé la richesse spécifique comme indicateur de biodiversité. Cette-ci, ensemble à la présence des espèces plus représentatives, a été analysée avec GLM, vérifiant l'effet de lisière et le niveau d'isolement, en considérant des autres facteurs ambiantes intrinsèques et extrinsèques au bois.

Les résultats montrent que le marge du bois a un fort effet positif sur les espèces de lisière, par contre les espèces forestières ne semblent ressentir en aucune façon. De plus, quoique on remarque des effets d'isolement des fragments, ceux-ci souvent intéressent des espèces qui ne sont pas considérées sensibles à la fragmentation, tandis que des autres, considérées très sensibles, dans notre cas ne semblent pas influencées. Dans ces deux cas d'étude, donc, l'effet de lisière ne semble pas avoir un effet négatif sur les communautés des oiseaux forestiers, et l'isolement n'agit en aucune façon carrément négatif sur les mêmes communautés. Ça serait très important de considérer ces acquisitions, en approfondissant les enquêtes sur d'autres contextes et sur d'autres taxa, pour obtenir des instruments efficaces de évaluation du paysage forestier méditerranéen.

BIBLIOGRAFIA

- Andren H., 1994 – *Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat: a review*. *Oikos*, 71: 355-366.
- Aparicio A., Albaladejo R.G., Olalla-Tárraga M.Á., Carrillo L.F., Rodríguez M.Á. 2008 – *Dispersal potentials determine responses of woody plant species richness to environmental factors in fragmented Mediterranean landscapes*. *Forest Ecology and Management*, 255 (7): 2894-2906.
- Battisti C., 2004 – *Frammentazione ambientale, connettività, reti ecologiche. Un contributo teorico e metodologico con particolare riferimento alla fauna selvatica*. Provincia di Roma, Roma.
- Bibby C.J., Burgess N.D., Hill D.A., Mustoe S.H., 2000 – *Bird census techniques. Second edition*. Academic Press, London.
- Biondi E., Allegrezza M., 1996 – *La vegetazione delle colline marchigiane*. *Giornale Botanico Italiano*, 90: 122-127.
- Blondel J., 1988 – *Biogéographie évolutive à différentes échelles: l'histoire des avifaunes méditerranéennes*. *Acta XIX Congr. Intern. Ornith.*, Ottawa, Vol. I: 155-188.
- Blondel J., Aronson J., 1999 – *Biology and Wildlife of the Mediterranean Region*. Oxford University Press, Oxford.
- Draper N.R., Smith H., 1998 – *Applied regression analysis. Third edition*. John Wiley & Sons, New York.
- Eraud C., Boutin J.-M., Roux D., Faivre B., 2007 – *Spatial dynamics of an invasive bird species assessed using robust design occupancy analysis: the case of the Eurasian collared dove (Streptopelia decaocto) in France*. *Journal of Biogeography*, 34: 1077-1086.
- Fischer J., Lindenmayer D.B., 2007 – *Landscape modification and habitat fragmentation: a synthesis*. *Global Ecology and Biogeography*, 16 (3): 265-280.
- George T.L., Dobkin D.S. (a cura di), 2002 – *Effects of habitat fragmentation on birds in Western landscapes: contrasts with paradigms from the Eastern United States*. *Studies in Avian Biology*, 25: 1-270.
- Grove A.T., Rackham O., 2003 – *The nature of mediterranean Europe. An ecological history*. Yale University Press, New Haven and London.
- Haselmayer J. Quinn J.S., 2000 – *A comparison of point counts and sound recording as bird survey methods in Amazonian southeast Peru*. *Condor*, 102: 887-893.
- Ioannidis Y., Chiras G., Kardakari N., 2008 – *Comparison of reptile communities in three types of thermophilous Mediterranean forest in southern Greece*. *Journal of Natural History*, 42 (5-8): 421-433.
- Legendre P., Legendre L., 1998 – *Numerical Ecology. Second English edition*. Elsevier, Amsterdam.
- Matthysen E., Adriaensen F., Dhondt A.A., 1995 – *Dispersal Distances of Nuthatches, Sitta europaea, in a highly fragmented forest habitat*. *Oikos*, 72 (3): 375-381.
- McQuarrie A.D.R., Tsai C. L., 1998 – *Regression and time series model selection*. World Scientific Publishing Company, Singapore.
- Meschini E., Frugis S. (a cura di), 1993 – *Atlante degli uccelli nidificanti in Italia*. *Supplementi alle Ricerche di Biologia della Selvaggina*, 20: 1-355.
- Reed R.A., Johnson-Barnard J., Baker W.L., 1996 – *Fragmentation of a forested Rocky mountain landscape, 1953-1993*. *Biological Conservation*, 75: 267-277.
- Rochelle J.A., Lehmann L., Wisniewski J. (a cura di) 1999 – *Forest Fragmentation: Wildlife and management implications*. Brill Academic Publishers, Boston.
- Sallabanks R., 2002 – *Effects of forest fragmentation on breeding bird populations: conflicting views from North America*. In: «Avian landscape ecology. Pure and applied issues in the large-scale ecology of birds», a cura di D. Chamberlain e A. Wilson. IALE (UK), Colin Cross Printers, Garstang, UK, p. 3-14.
- Samuelsson J., Gustafsson L., Ingeloe T., 1994 – *Dying and dead trees. A review of their importance for biodiversity*. Swedish Threatened Species Unit, Uppsala.
- Tellini Florenzano G., Guidi C., Di Stefano V., Londi G., Mini L., Campedelli T., 2006 – *Effetto dell'ambiente a scala di habitat e di paesaggio su struttura e composizione della comunità ornitica delle abetine casentinesi (Appennino settentrionale)*. *Rivista Italiana di Ornitologia*, 76 (1): 151-166.
- Villard M. A., 1998 – *On forest-interior species, edge avoidance, area sensitivity, and dogma in avian conservation*. *The Auk*, 115: 801-805.

CARATTERIZZAZIONE STRUTTURALE E SINK DI CARBONIO IN ALCUNI BOSCHI VETUSTI E POPOLAMENTI PERSISTENTI D'ITALIA

(*) *Laboratorio EcoGeoFor, Dipartimento S.T.A.T., Università degli Studi del Molise, Pesche (IS)*

Lo studio mira alla valutazione delle caratteristiche di vetustà di diverse tipologie forestali presenti in Italia, ed alla definizione preliminare di valori soglia della loro variazione. Attraverso il rilievo e l'analisi degli attributi strutturali del bosco, è stata valutata la possibilità effettiva dell'auto-perpetuazione delle condizioni attuali. Sulla necromassa è stata condotta un'analisi dendroecologica e lichenica al fine di investigare le dinamiche della decomposizione del legno morto, ed il suo ruolo che svolge come serbatoio di carbonio e come custode di biodiversità. La metodologia ha seguito un campionamento soggettivo multifase. I risultati mostrano la presenza di caratteristiche di vetustà per alcuni popolamenti. In altri, la struttura suggerisce che un equilibrio dimensionale tra le piante non è stato raggiunto, ed una tendenza a formare popolamenti persistenti.

Parole chiave: sink di carbonio, foreste vetuste, popolamenti persistenti, legno morto, licheni.

Key words: carbon sink, old-growth forests, persistent woodlands, deadwood, lichen.

Mots clés: réservoir de carbone, forêt vétuste, peuplements persistants, bois mort, lichen.

INTRODUZIONE

L'età della foresta ha un ruolo chiave nella distribuzione delle riserve e dei flussi di carbonio negli ecosistemi forestali. I disturbi all'ecosistema che modificano il soprassuolo (e.g. incendi boschivi, operazioni selvicolturali, infestazioni d'insetti) influenzano tale fattore e hanno importanti implicazioni gestionali. In questo senso, i boschi vetusti ed i popolamenti persistenti differiscono nell'età ma anche nella struttura e nella composizione rispetto a foreste giovani o sottoposte a gestione. I popolamenti persistenti possono essere definiti come boschi vetusti in transizione, vale a dire formazioni resilienti sottoposte a disturbi ed in rinnovamento periodico, e che sono incorporate nell'ecosistema in recupero. Le teorie in campo ecologico hanno enfatizzato l'importanza della composizione dell'ecosistema dando meno risalto alla struttura del bosco. Tuttavia, l'architettura individuale e collettiva dei componenti è un fattore fondamentale per la diversità biologica e per i processi dell'ecosistema (Harmon *et al.*, 1990).

La perdita di complessità strutturale verticale ed orizzontale in seguito a pratiche di gestione forestale include alberi vivi e legno morto. La distribuzione spaziale degli alberi e le interazioni intra ed interspecifiche determinano strategie di rinnovazione, processi di crescita, andamento della mortalità, uso delle risorse, eterogeneità degli habitat, sviluppo del sottobosco, ecc. La quantificazione del tempo richiesto da foreste sottoposte a disturbi per divenire equivalenti a boschi vetusti, per caratteristiche strutturali, composizione specifica e cicli biogeochimici, è importante laddove formazioni secondarie persistenti maturano, come in Europa.

In Italia, gli stretti legami tra l'uomo ed il bosco hanno determinato una modifica del naturale dinamismo degli ecosistemi forestali. L'impatto antropico ha riguardato tutti i popolamenti di specie legnose della penisola. Tuttavia, per ragioni legate agli eventi socio-politici, il grado e la continuità dell'impatto non sono stati uguali ovunque. Nello scorso secolo, l'abbandono delle pratiche selvicolturali in parte delle formazioni forestali ha causato un dinamismo

secondario verso caratteri di naturalità e vetustà. Negli accordi internazionali su cambiamento climatico, biodiversità, e desertificazione, i boschi vetusti ed i popolamenti persistenti assumono un ruolo importante come sistemi modello per stoccare carbonio, conservare la diversità biologica ed a custodia del suolo.

I licheni caratteristici di boschi vetusti sono lenti nel loro sviluppo e necessitano di condizioni microambientali stabili per lunghi periodi (Rose, 1976). I licheni epifiti sono stati ampiamente utilizzati come indicatori di continuità forestale, soprattutto in relazione agli impatti determinati dalle pratiche selvicolturali. Sebbene diversi studi abbiano dimostrato l'importanza del legno morto per la diversità e la conservazione dei licheni in Nord Europa ed in Nord America (e.g. Löhmus e Löhmus, 2001), il suo ruolo in Italia è stato scarsamente investigato (Nascimbene *et al.*, 2008).

La quantità di carbonio immagazzinata nel suolo è significativamente maggiore rispetto a quella nell'atmosfera. Non c'è accordo, tuttavia, riguardo alle conseguenze dei cambiamenti climatici su queste riserve e non sono ancora chiari gli effetti sui processi e sulle specie coinvolte nelle diverse fasi della decomposizione della sostanza organica. L'obiettivo del progetto qui sintetizzato è di arricchire le conoscenze sulla velocità di decomposizione di un albero ormai morto, attraverso la datazione della sua morte e gli anni da questa trascorsi (Storaunet, 2004), e sull'influenza della necromassa su biodiversità e ciclo del carbonio a scala regionale e globale.

MATERIALI E METODI

Selezione dei siti

Durante la prima fase del lavoro, sono state individuate aree significative per tipologia forestale (*sensu* EEA, European Forest Types), scelte all'interno di Parchi Nazionali, dove realizzare la stima del legno morto facendo riferimento al protocollo di monitoraggio utilizzato nell'ambito del progetto ForestBIOTA per le aree di monitoraggio ICP forest di II livello EU/ICP.

L'identificazione preliminare delle aree di studio è stata effettuata mediante tecnologie GIS, cartografia di base e tematica, e materiale bibliografico per il fattore antropico. Sono state identificate tre tipologie forestali principali, lungo un transetto latitudinale-altitudinale rappresentative degli ambiti territoriali Alpi, Appennino centrale, Appennino meridionale e aree mediterranee. Ogni sito individuato, caratterizzato da condizioni semi-naturali e con effetti antropici sul popolamento trascurabili, ha una superficie non superiore ai 2-3 ha, con caratteristiche stazionali omogenee. Gli ambiti territoriali prescelti sono stati individuati all'interno dei Parchi Nazionali delle Dolomiti Bellunesi, del Cilento e Vallo di Diano e Lazio-Abruzzo-Molise.

Struttura dei popolamenti

L'attività iniziale della seconda fase del lavoro è consistita nella localizzazione e delimitazione di plot e sub-plot, nelle aree oggetto di studio. In un primo tempo sono stati effettuati rilievi di campo ed è stata compilata la scheda con i dati relativi alla stazione (coordinate, altitudine, tipologia, ecc.). Successivamente è stato realizzato un rilievo strutturale, rilevando diametri ed altezze degli alberi vivi, per stimare la biomassa del bosco, ed autorizzare confronti con le altre tipologie studiate. Ciascuna pianta è stata misurata in un'area di saggio variabile (Figura 1). Come da convenzione, sono state utilizzate tre aree circolari concentriche di 4, 13 e 20 m di raggio. Nella prima sono state misurate le piante con diametro inferiore a 10 cm, nella seconda quelle con diametro maggiore od uguale a 10 cm e inferiore a 50 cm, nella terza quelle con diametro maggiore di 50 cm. In conseguenza di ciò, ciascuna pianta campione assume una rappresentatività minore quanto maggiore è l'area di saggio nella quale è stata misurata.

Rilievi della necromassa

Di seguito sono state stimate le quantità di legno morto utilizzando il protocollo di rilievo descritto in Travaglini *et al.* (2006). Il protocollo prevede un disegno inventariale basato su un plot di forma quadrata di 50 m di lato (0.25 ha), con un lato orientato verso il nord magnetico, al cui interno è posizionato un cluster di quattro sub-plot circolari di 7 m di raggio (Figura 2), disposti quanto più possibile agli angoli. I sub-plot sono centrati ai vertici di un quadrato di 26 m di lato. È stato effettuato il censimento degli alberi morti in piedi ed a terra all'interno del plot di 50 m di lato, mentre la necromassa grossolana e fine a terra (ceppaie, rami grossi e rami fini) è stata rilevata all'interno dei sub-plot circolari.

Il calcolo della massa degli alberi morti in piedi e degli alberi morti a terra è avvenuto attraverso tavole di cubatura a doppia entrata, mentre i rami grossi e fini sono stati cubati per mezzo delle formule riportate in Lombardi *et al.*, (2008). Il volume delle ceppaie e dei rami grossi e fini in $m^3 ha^{-1}$ è stato calcolato a livello del plot come media dei valori stimati a livello dei quattro sub-plot. Le ceppaie, sono state rilevate quando il loro diametro all'altezza di taglio o nel punto di rottura del fusto risultava uguale o superiore a 10 cm ($d \geq 10$ cm). I rami grossi sono stati rilevati quando il loro diametro era uguale o superiore a 10 cm ($d_{max} \geq 10$ cm). I rami a terra con diametro compreso tra 5 cm e 10 cm ($5 \leq d_{max} < 10$) sono stati rilevati e classificati come rami fini. Sono stati, inoltre, valutati i tassi di decadimento del legno morto seguendo

Hunter (1990), che prevede l'assegnazione di cinque classi in relazione al grado di decadimento, secondo caratteristiche tattili e visive.

Infine, è stata effettuata la raccolta di rotelle (12-15) per ciascuna componente di legno morto, per ciascuna delle prime tre classi di decomposizione (l'elevato grado di decadimento delle classi 4 e 5 non permette l'analisi con tecniche dendroecologiche). Parallelamente, sono state raccolte due carote per albero, considerando una decina di alberi vivi nelle stesse aree, tramite l'utilizzo di succhielli di Pressler. I carotaggi sono stati fatti nel lato dell'albero non compresso e ad una distanza angolare di 120°. Sono state raccolte tra 18 e 24 carote per sito al fine di avere un campione statisticamente rappresentativo, per le successive analisi.

Analisi dei licheni

Per la valutazione della presenza e della frequenza di specie indicatrici di continuità forestale sono utilizzati metodi basati sullo studio di *taxa* che presentano un ciclo vitale molto lungo e necessitano di condizioni ecologiche costanti nel tempo (Tallent-Halsell, 1994). All'interno dei sub-plot sono stati rilevati gli alberi più vicini al centro dei sub-plot (1, 2, 3) per un totale di tre alberi per ogni area. Le caratteristiche degli alberi idonei al rilevamento sono: circonferenza > 50 cm, inclinazione < 30°, assenza di evidenti fenomeni di competizione con piante rampicanti e/o briofite (< 25% del substrato di rilievo occupato). L'area del tronco rilevata è stata da 0 a 200 cm da terra. È stata compilata la lista dei licheni con indicazione dell'abbondanza delle specie sui 3 alberi del plot, utilizzando la scala ordinale: 1 = < 1-3 alberi; 2 = 4-10 alberi; 3 = > 10 alberi, ma < 50% del totale degli alberi; 4 = più del 50% degli alberi.

Il rilevamento della diversità lichenica sulla necromassa è stato effettuato secondo il protocollo di campionamento sperimentato in Nord Europa per studi simili (Svensson *et al.* 2005). All'interno dei sub-plot sono stati rilevati almeno tre alberi, per ciascuna tipologia di legno morto. Il reticolo di campionamento di 10 cm² è costituito da 16 sub-unità di 2.5×2.5 cm (Figura 3). La griglia è stata posizionata sul tronco di ogni albero in piedi in corrispondenza dei punti cardinali N e S a 0, 50, 100, 150 cm dal suolo. Per il legno al suolo, il posizionamento della griglia è partito dalla base del tronco, sulla superficie orizzontale e ha mantenuto lo stesso intervallo di 50 cm.

I rilievi di campo sulla diversità lichenica sono stati completati da analisi di laboratorio, per la determinazione di specie incerte, tramite binoculare, microscopio ottico con polarizzatore, spot-test colorimetrici e chiavi analitiche.

Elaborazioni ed analisi dei dati

Nella terza e ultima fase del lavoro, è stata stimata l'età trascorsa dalla morte per ogni campione di alberi a terra con l'utilizzo di tecniche dendroecologiche, mediante cross-dating con la curva d'accrescimento media degli alberi vivi. L'anno della morte è stato determinato identificando l'anno di formazione della cerchia annuale più esterna (Lombardi *et al.*, 2008).

Il processo di selezione delle specie indicatrici licheniche, di una determinata situazione ambientale (tipologia di legno morto e di habitat), è stato effettuato attraverso il metodo sviluppato da Dufrene e Legendre (1997) Le specie

indicatrici sono definite come le più caratteristiche di ciascun gruppo, trovate principalmente in un gruppo di una determinata tipologia e presenti nella maggior parte dei siti appartenenti a quel gruppo.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Nel Parco Nazionale delle Dolomiti Bellunesi sono stati individuati due punti di campionamento caratterizzati dall'assenza d'utilizzazioni selvicolturali e di pascolo da lungo tempo, e dalla presenza d'individui arborei vetusti, con abbondante legno morto. Il primo punto è situato in faggeta, (Cesiomaggiore, località Zoccarè Alto), a 1260 m s.l.m., con esposizione Sud-Est e pendenza di 23°. La composizione specifica è prevalentemente di faggio, con presenza diffusa d'abete rosso e presenza sporadica d'abete bianco, larice e acero montano. Il secondo punto è localizzato in abetina (Longarone, località Val Rui De Forca), a 1100 m s.l.m., con esposizione Nord-Ovest e pendenza di 38°. La composizione specifica è prevalentemente d'abete rosso, con presenza diffusa d'abete bianco e larice, e presenza sporadica di faggio ed acero montano.

Nel Parco Nazionale del Cilento e Vallo di Diano, sono stati individuati due punti di campionamento caratterizzati dall'assenza di attività antropica da lungo tempo. Il primo punto è situato in faggeta termofila (Corleto Manforte) a 1298 m s.l.m., con esposizione Nord e pendenza di 15°. La composizione specifica è esclusivamente di faggio con un diametro medio di 42 cm ed alcuni esemplari di tasso. Il secondo punto è localizzato in lecceta (Ottati) a 633 m s.l.m., con esposizione Ovest e pendenza di 55°. La composizione specifica è prevalentemente di leccio, con presenza sporadica di carpinella, acero montano, roverella e frassino maggiore.

Per il Parco Nazionale Abruzzo-Lazio-Molise, complicazioni legate all'eccessiva frequentazione dell'area prescelta hanno suggerito di operare in aree contigue. Sono state organizzate due campagne di rilievi in tipologie simili; la prima situata in faggeta nella Riserva Naturale Statale MaB di Montedimezzo, e la seconda in abetina nella località Abeti Soprani.

La produttività primaria netta (NPP), la produzione netta dell'ecosistema (NEP), e le riserve di carbonio variano molto nelle foreste durante il corso della successione secondaria. Molti di questi cambiamenti dipendono dalle interazioni fra gli alberi e la necromassa. Con il maturare delle foreste, molta della NPP allocata ad incrementare la biomassa viva è rivolta a compensare le perdite per mortalità. Ciò può estendere il periodo di NEP positiva, poiché la necromassa formata recentemente è accumulata nella fase vetusta e/o persistente della successione. Idealmente, quando le foreste s'avvicinano agli stadi più tar-

divi della successione, la NPP viene interamente utilizzata per ripristinare le perdite dovute alla mortalità. In realtà, anche in foreste molto vetuste, ciò può accadere solo su vaste superfici e nel lungo periodo. Per piccole aree e su base annua, la variazione della mortalità, la rigenerazione degli alberi, e la decomposizione della sostanza organica introducono cambiamenti sostanziali nella NEP, indipendentemente dalla variabilità climatica. In questo contesto, le ricerche condotte in boschi vetusti e popolamenti persistenti dei parchi nazionali Italiani forniscono informazioni sui legami fra un processo chiave dell'ecosistema (decomposizione della necromassa) ed i tratti delle comunità presenti (tipologie forestali) in contesti climatici distinti. I risultati dell'analisi dendroecologica hanno caratterizzato le aree identificate in base ai quantitativi di legno morto diviso per tipologia e per tempo di permanenza nel bosco. L'analisi preliminare dei dati dendrocronologici relativi al Parco Nazionale del Cilento e Vallo di Diano ha mostrato una migliore crossdatazione nel faggio rispetto al leccio, delle curve delle piante morte con la cronologia media di quelle vive. Ciò appare imputabile alle caratteristiche ecologiche delle due specie, e rende difficile il confronto per identificare differenze specifiche fra classi di decomposizione. Nel faggio, la cronologia della classe 2 si estende dal 1849 al 2001, mentre per la classe 3 va dal 1879 al 1990; i tassi d'accrescimento delle ceppaie prima della morte erano sempre minori di quelli corrispondenti delle piante vive. In ambedue le specie, la variabilità dell'età delle ceppaie nelle classi di decomposizione è risultata relativamente ampia.

Sotto il profilo lichenico è stato evidenziato come sia la categoria forestale sia la specie arborea substrato discriminino la ricchezza specifica dei licheni con i valori maggiori rilevati per il faggio, seguito dalle conifere e dal leccio. Ciò può essere interpretato sulla base dell'influenza sia di parametri microambientali, quali rugosità e pH della scorza, che risultano molto differenti tra le specie arboree prese in esame, sia di parametri macroambientali, quali la struttura del bosco. I parametri strutturali possono essere considerati determinanti, per quanto riguarda i valori nettamente inferiori rilevati in lecceta rispetto alle altre categorie forestali. Il processo di selezione di specie indicatrici ha permesso, inoltre, di individuare un contingente di specie associate alle variabili forestali ed alle diverse tipologie di legno morto esaminate.

Il nostro studio promuove l'applicazione d'indicatori del cambiamento globale nei programmi di monitoraggio (*long-term*) del ritorno graduale d'ecosistemi forestali disturbati a processi e strutture tipici delle formazioni naturali (*old-growth*), attraverso tappe intermedie (*persistent woodlands*).

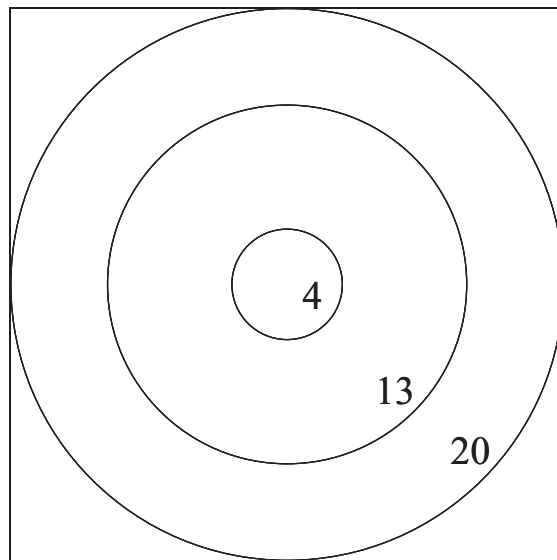


Figura 1. Disegno inventariale utilizzato per la stima della massa legnosa viva all'interno delle aree di saggio.

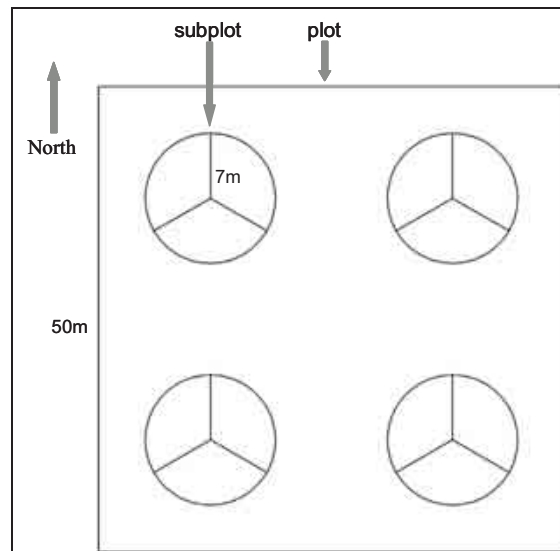


Figura 2. Disegno inventariale utilizzato per la stima della necromassa legnosa all'interno delle aree di saggio.

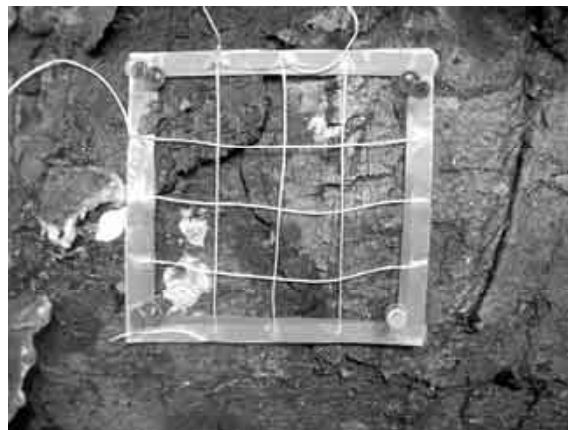
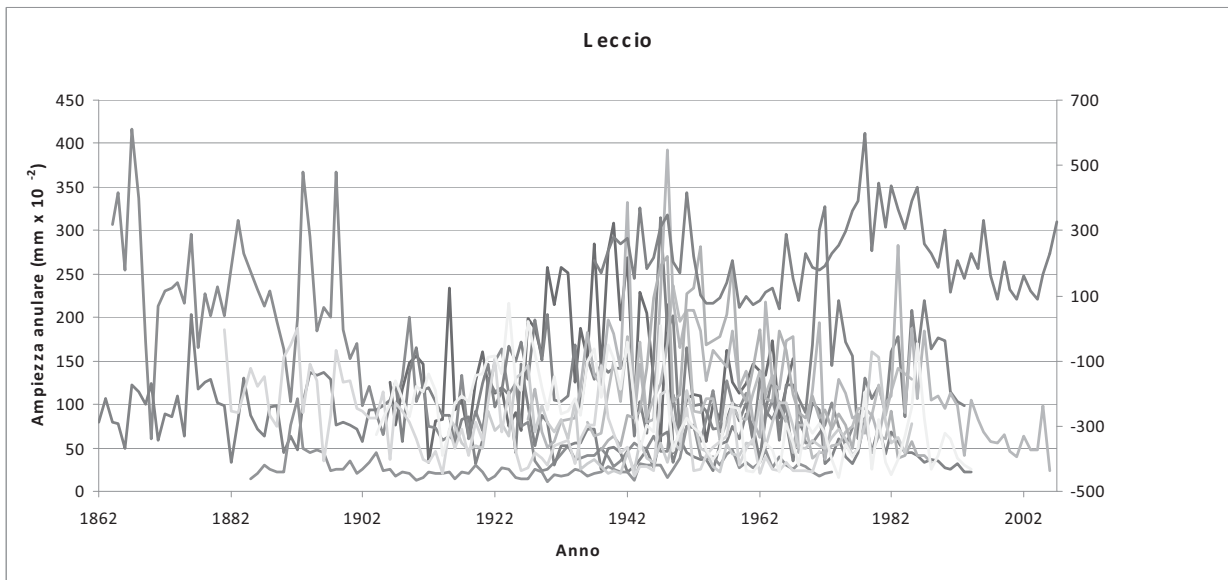
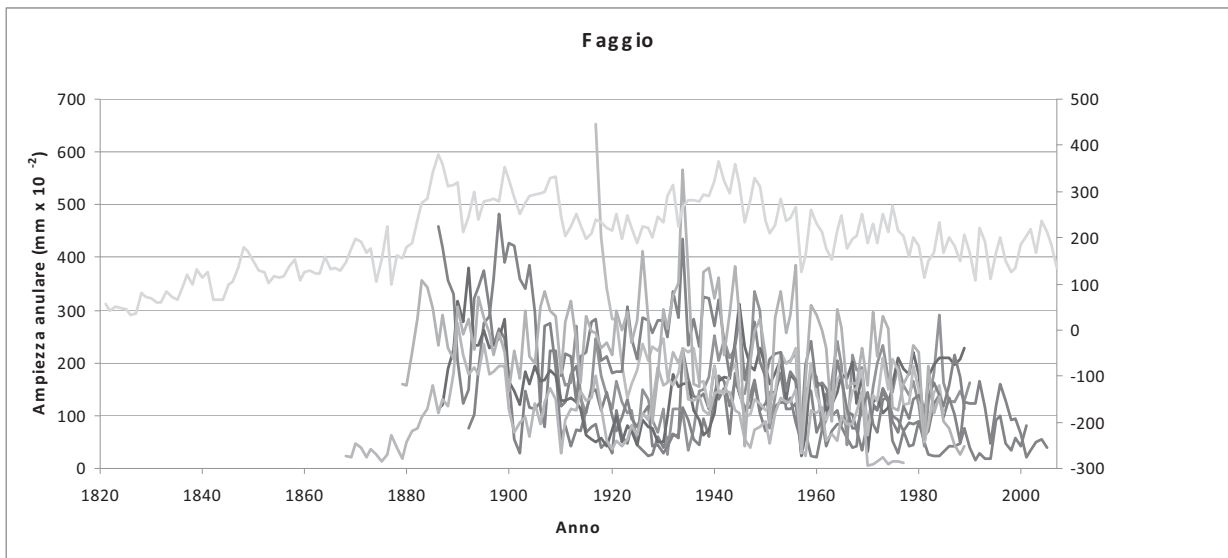


Figura 3. Reticolo di campionamento utilizzato per la stima della diversità lichenica su legno morto.



Faggio	Glk	GSL	TVBP	CDI	DataL	DataR
e	69	***	3.4	26	1892	2001
f	72	***	5.5	38	1910	1990
g	69	***	4.7	33	1886	2005
h	70	***	7.0	50	1886	1989
i	77	***	8.0	60	1917	1985
l	68	***	4.0	28	1910	1989
m	71	***	3.2	24	1868	1977
n	64	**	6.5	43	1879	1989

Leccio	Glk	GSL	TVBP	CDI	DataL	DataR
a	69	*	1.9	12	1906	1967
b	76	***	3.6	23	1872	1985
c	65	*	2.0	10	1862	1994
e	66	*	2.9	13	1885	1973
f	62	*	2.6	18	1919	1993
h	71	**	1.7	15	1936	1985
i	71	**	1.9	11	1878	1973
l	65	**	2.6	16	1927	2006
m	64	*	2.8	16	1938	1988
n	63	*	2.3	12	1915	1985
o	70	**	3.2	17	1881	1971
p	64	*	4.4	23	1904	1994

Figura 4. Cronologia media e delle prime 3 classi di decomposizione (Hunter, 1990); nella tabella è riportata la sintesi dell'analisi statistica della crossdatazione.

SUMMARY

STRUCTURAL TRAITS AND CARBON SINK IN SEVERAL OLD-GROWTH FORESTS AND PERSISTENT WOODLANDS IN ITALY

The study aims to assess old-growth features in different forest typologies in Italy, and to preliminarily define threshold values of their variation. Through the measure and the analysis of forest structural attributes, the possibility of the effective maintenance of actual conditions has been evaluated. Dendrochronology and lichen analysis have been used to investigate deadwood decomposition dynamics, and its role as carbon sink and biodiversity guardian. Sampling methodology has been subjective multiphase. Results show old-growth characteristics for several forest stands. In others, the stand structure suggests a deficiency in dimensional equilibrium between plants, and a tendency to form persistent woodlands.

RÉSUMÉ

CARACTÉRISATION STRUCTURELLE ET RÉSERVOIR DE CARBONE DANS QUELQUES FORÊTS VÉTUSTES ET PEUPELEMENTS PERSISTANTS EN ITALIE

La présente étude vise à évaluer des caractéristiques de la vétusté de diverses typologies forestières présentes en Italie, et à la définition préliminaire de valeurs seuil de leurs variations. À travers le relevé et l'analyse des attributs structuraux de la forêt, la possibilité effective d'auto-perpétuation des conditions actuelles a été évaluée. En ce qui concerne le bois mort, une analyse dendroécologique et lichénique a été réalisée dans le but d'analyser les dynamiques de la décomposition du bois mort, et le rôle qu'il tient comme réservoir de carbone et comme tuteur de biodiversité. La méthodologie a consisté en un échantillonnage subjectif multiphase. Les résultats montrent la présence de caractères de vétusté pour certains peuplements. Pour d'autres, la structure suggère une insuffisance d'équilibre dimensionnel entre les plantes, et une tendance à former des peuplements persistants.

BIBLIOGRAFIA

- Duffrene M., Legendre P., 1997 - *Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach*. Ecological Monographs 67: 345-366.
- Harmon M.E., Ferrell W.K., Franklin J.F., 1990 - *Effects on carbon storage of conversion of old-growth forests to young forests*. Science, 247: 699-702.
- Hunter M.L. Jr., 1990 - *Wildlife, forests and forestry: principles for managing forests for biological diversity*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J., USA.
- Lombardi F., Lasserre B., Tognetti R., Marchetti M., 2008 - *Deadwood in relation to stand management and forest type in Central Apennines (Molise, Italy)*. Ecosystems, 11: 882-894.
- Lõhmus P., Lõhmus A., 2001 - *Snags, and their lichen flora in old Estonian peatland forests*. Annales Botanici Fennici, 38: 265-280.
- Nascimbene J., Marini L., Motta r., Nimis P.L., 2008 - *Lichen diversity of coarse woody habitats in a Pinus-Larix stand in the Italian Alps*. The Lichenologist, 40: 153-163.
- Rose F., 1976 - *Lichenological indicators of age and environmental continuity in woodlands*. In: Brown D.H., Hawksworth D.L. & Bailey R.H. (eds.). Lichenology: progress and problems. Academic Press, London, pp. 279-307.
- Storaunet K.O., 2004 - *Models to predict time since death of Picea abies snags*. Scandinavian Journal of Forest Research, 19: 250-260.
- Stofer S., Catalayud V., Ferretti M., Fischer R., Giordani P., Keller C., Stapper N., Scheidegger C., 2003 - *Epiphytic Lichen Monitoring within the EU/ICP Forests Biodiversity Test-Phase on Level II plots*. (<http://www.forest-biota.org>).
- Svensson M., Johansson P., Thor G. 2005 - *Lichens of wooden barns and Pinus sylvestris snags in Dalarna, Sweden*. Ann. Bot. Fenn. 42: 351-363.
- Tallent-Halsell, N.G., ed., 1994 - *Forest health monitoring field methods guide*. EPA/620/R-94/027. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency. 245 p..
- Travaglini D., Mason F., Lopresti M., Lombardi F., Marchetti M., Chirici G., Corona P., 2006 - *Aspect of biological diversity in the CONECOFOR plots. Deadwood surveying experiments in alpine and mediterranean forest ecosystems*. Annali dell'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura, 30: 71-86.

IMPORTANZA DELLE RISERVE NATURALI GESTITE DAL CORPO FORESTALE DELLO STATO PER LA CONSERVAZIONE DELLA BIODIVERSITÀ NAZIONALE

(*) *Ufficio per la Biodiversità, Corpo Forestale dello Stato, Roma*

Le riserve naturali dello Stato gestite dal Corpo Forestale tutelano un patrimonio naturalistico di eccezionale rilievo costituendo un caposaldo della conservazione della biodiversità nazionale.

La rete nazionale delle aree protette comprende 143 Riserve Naturali Statali e di queste 130 sono affidate alla gestione del Corpo Forestale dello Stato per una superficie totale di circa 100.000 ettari. Un gran numero sono ricomprese nelle rete europea delle riserve biogenetiche, nella rete Natura 2000; 3 sono riserve della biosfera dell'UNESCO; 9 aree sono zone umide d'importanza internazionale ai sensi della Convenzione di Ramsar e 2 aree hanno acquisito il Diploma Europeo.

Le riserve naturali statali istituite dal CFS a partire dagli anni '70 hanno anche avuto il merito storico di salvaguardare siti che solo anni dopo hanno goduto di ulteriori provvedimenti di tutela. Infatti ben 58 riserve rappresentano oggi il nucleo centrale di conservazione di parchi nazionali (es. Dolomiti Bellunesi, Val Grande, Majella, Gargano) o regionali (es. Velino-Sirente).

Per una valutazione del valore tutelato in termini di biodiversità la direttiva 92/43/CEE elenca per l'Italia 126 habitat d'interesse europeo e di questi ben 95 (75%) sono rappresentati nelle Riserve Naturali dello Stato e 22 di questi (su 30 a livello nazionale) sono considerati prioritari per la conservazione del patrimonio naturale continentale. Una così elevata rappresentatività in relazione all'attuale dimensione superficiale del demanio statale è dovuta sia alla varietà geografica delle riserve, distribuite dalla catena alpina alla Calabria, sia all'eccellente grado di tutela che ha consentito di preservare nelle riserve habitat che altrove sono andati distrutti: alcuni esempi sono le foreste di Tarvisio, Mesola, Bosco Fontana, Sassofratino, Cansiglio, Campolino, Vallombrosa, Foresta Umbra, Sila ecc.

L'analisi delle specie vegetali e animali a rischio elencate nelle Liste Rosse stilate dai vari specialisti di settore rivela che un'elevata percentuale di tali specie trovano rifugio nelle riserve che pur costituendo meno del 4% della superficie nazionale protetta ospitano ad esempio quasi il 20% delle specie vegetali minacciate.

Dal punto di vista faunistico sono presenti specie di mammiferi d'importanza prioritaria a livello europeo e tra queste l'orso, il lupo, la lontra, lo stambecco, il cervo della Mesola (unico nucleo di cervo autoctono in Italia). Per quanto riguarda l'avifauna delle 88 specie considerate più a rischio in Italia ben 61 nidificano all'interno delle riserve. Il valore della biodiversità è ancora più notevole qualora si prendano in considerazione anche gli altri gruppi animali, come ad esempio gli invertebrati, ancora non esaurientemente studiati e censiti.

La gestione delle riserve naturali operata dal CFS tramite l'Ufficio per la Biodiversità si basa su moderni criteri che comprendono una costante opera di divulgazione e sensibilizzazione e ove necessario interventi di ripristino ambientale e reintroduzione di specie attuati in parte nel contesto del programma comunitario LIFE-Natura. Con metodi e tecniche sperimentali ed innovative inoltre il Centro Nazionale CFS per lo Studio e la Conservazione della Biodiversità Forestale di Bosco Fontana ha attivato una rete di monitoraggio unica in Italia.

Parole chiave: riserve naturali, conservazione, biodiversità.

Key words: natural reserves, conservation, biodiversity.

Mots clés: réserves naturelles, conservation, biodiversité.

Il Corpo Forestale dello Stato amministra oggi circa 130.000 ha di proprietà demaniali dei quali 90.000 ha sono ricompresi in 130 Riserve Naturali Statali.

Di queste 68 Riserve sono inserite nelle rete europea delle riserve biogenetiche istituita dal Consiglio d'Europa; 105 nella rete Natura 2000 istituita ai sensi della Direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatica e della Direttiva 79/409/CEE relativa alla conservazione degli uccelli selvatici; 3 aree godono del riconoscimento di riserve della biosfera dell'UNESCO; 9 aree sono riconosciute zone umide d'importanza internazionale ai sensi della Convenzione di

Ramsar e 2 aree hanno acquisito il Diploma Europeo istituito dal Consiglio di Stato, 16 sono aziende pilota sperimentali per la conservazione delle risorse genetiche.

Le riserve naturali statali istituite dal CFS a partire dagli anni '70 hanno avuto il merito storico di salvaguardare siti che solo molti anni dopo hanno goduto di ulteriori provvedimenti di tutela. Infatti ben 58 riserve rappresentano oggi il nucleo centrale e di maggiore importanza naturalistica di parchi nazionali (es. Dolomiti Bellunesi, Val Grande, Majella, Gargano) o regionali (es. Delta del Po in Emilia-Romagna, Velino-Sirente in Abruzzo, Serre Calabre).

Tuttavia una valutazione dei valori di biodiversità tutelati

assume maggiore validità qualora risponda a criteri oggettivi e parametri misurabili e confrontabili (Blasi *et al.* 2005). In tal senso il metodo adottato nel presente lavoro fa riferimento alla percentuale di presenza nelle Riserve Naturali dello Stato di specie rare, endemiche e di rilevanza conservazionistica attraverso l'analisi degli habitat e delle specie vegetali e animali a rischio elencate nelle Liste Rosse pubblicate dai vari specialisti di settore (Vedi Tabella 1). Queste percentuali, a seconda dei gruppi analizzati, sono comprese tra il 20 e il 100% a fronte di una superficie delle Riserve Naturali Statali gestite dal CFS in rapporto all'intero sistema delle aree protette nazionali di poco più del 3%.

Per quanto riguarda gli habitat l'omonima direttiva 92/43/CEE elenca a livello europeo 164 differenti tipologie meritevoli di conservazione di cui 46 di ordine prioritario. 126 habitat d'interesse europeo sono presenti in Italia e di questi ben 95 (75%) sono rappresentati nelle Riserve Naturali dello Stato e 22 di questi (su 30 a livello nazionale) sono considerati prioritari per la conservazione del patrimonio naturale continentale (Petrella *et al.*, 2005)

Una così elevata rappresentatività in relazione all'attuale dimensione superficiale del demanio statale è dovuta sia alla varietà geografica delle riserve, distribuite dalla catena alpina alla Calabria, sia all'eccellente grado di tutela che ha consentito di preservare nelle riserve habitat che altrove sono andati distrutti.

Per ovvi motivi legati alla storia e alle funzioni del Corpo Forestale dello Stato gli habitat boschivi sono quelli maggiormente rappresentati nelle riserve naturali sia in termini di superfici che di biodiversità e costituiscono alcuni dei popolamenti nazionali di maggiore valore naturalistico e paesaggistico: alcuni esempi sono le foreste di Tarvisio, Mesola, Bosco Fontana, Sassofratino, Consiglio, Campolino, Vallombrosa, Foresta Umbra, Sila ecc..

Sulla base della classificazione degli habitat della Direttiva 92/43/CEE e seguendo i piani altitudinali in ambiente mediterraneo nelle riserve del CFS godono di vasta rappresentanza le "Foreste di *Quercus ilex*" e le "Pinete mediterranee" con le interessanti formazioni della riserva del Tirone sul Vesuvio e del Monte Barone sul Gargano. Le pinete costiere per lo più di origine artificiale presenti nelle riserve litoranee dei tomboli toscani (Cecina, Follonica, Feniglia), dell'alto adriatico (Punta Marina, Bevano) e dello ionio (Metaponto, Stornara) sono un'importante protezione ai venti salsi e all'erosione eolica. In tali boschi sono in atto progetti volti a migliorarne le funzioni protettive valorizzando anche le potenzialità per la fauna e la biodiversità (ad esempio tramite la rimozione delle specie vegetali invasive).

Sempre in ambiente mediterraneo è presente nella riserva delle Murge orientali (Martina Franca) il peculiare habitat d'interesse comunitario del "Querceto a *Quercus trojana*".

Gli habitat dei "Vecchi querceti acidofili delle pianure sabbiose con *Quercus robur*" e dei "Frassineti termofili a *Fraxinus angustifolia*" hanno invece nella Foresta Demaniale di Sabaudia il migliore esempio a livello nazionale. Nella Foresta Umbra è invece rappresentato l'habitat dei "Boschi di *Quercus frainetto*".

Una menzione particolare per rarità e priorità di conservazione meritano gli habitat delle "Foreste alluvionali di *Alnus glutinosa* e *Fraxinus excelsior* (Alno-Padion, Alnion

incanae, *Salicion albae*)" e delle "Foreste miste riparie di grandi fiumi a *Quercus robur*, *Ulmus laevis* e *Ulmus minor*, *Fraxinus excelsior* o *Fraxinus angustifolia* (*Ulmion minoris*)". I migliori siti sono le riserve di Bosco Fontana in Lombardia e del Vinchetto di Celarda in Veneto dove sono stati condotti con i finanziamenti comunitari LIFE Natura degli interventi di rinaturalizzazione con metodi e tecniche sperimentali ed innovative.

Sono di valore prioritario le "Foreste di versanti, ghiaioni e valloni del *Tilio-Acerion*" distribuite negli ambienti rupestri di 15 riserve naturali con un ottimo esempio all'Orrido di Botri in provincia di Lucca e nella Valle del Fiume Argentino sul massiccio di Orsomarso (Parco del Pollino).

Negli ambienti montano mediterranei della Calabria di importanza prioritaria figura l'habitat delle "Pinete (sub)mediterranee di pini neri endemici" con i maestosi esempi nelle riserve della Sila grande (i famosi Giganti di Fallistro), della Sila piccola e della Foresta Demaniale dell'Aspromonte.

Ben 6 dei 7 habitat a prevalenza di faggio presenti in Italia si trovano in riserve dello Stato. Al nord prevalgono i "Faggeti dell'*Asperulo-Fagetum*" e i "Faggeti calcicoli dell'Europa Centrale del *Cephalanthero-Fagion*" che hanno i loro migliori esempi nelle Foreste venete del Consiglio o in Toscana a Vallombrosa, al Pian degli Ontani e nelle riserve del Casentino. Diffusi e prioritari sono nel centro-sud i "Faggeti degli Appennini con *Taxus* e *Ilex*" e i "Faggeti degli Appennini con *Abies alba*" con importanti esempi in Molise (Collemeluccio), in Basilicata nel Bosco Rubbio, in Calabria al Gariglione sulla Sila e a Marchesale sulle Serre. In alcuni di questi siti sono in atto interventi selvicolturali per riportare, laddove necessario, la struttura e la composizione specifica del bosco nelle condizioni naturali che in parte era andata perduta dopo i tagli dell'ultimo dopoguerra.

Tra le foreste montane di conifere delle Alpi le "Foreste di *Larix decidua* e/o *Pinus cembra*" hanno buon sviluppo a Somadida e in Val Tovanella mentre le "Foreste acidofile montane e alpine di *Picea* (*Vaccinio-Piceetea*)" sono ben rappresentate in tutte le riserve delle Alpi orientali e in un'unica stazione appenninica di eccezionale valore naturale nella riserva di Campolino in Toscana.

Per quanto riguarda i valori botanici e floristici tutelati sulle 388 specie di piante maggiormente a rischio in Italia (con esclusione degli endemismi siciliani poiché sull'isola il CFS non gestisce riserve) 76 sono tutelate nelle Riserve per una percentuale del 20% (Scoppola *et al.*, 2005).

A titolo di esempio possono essere citate alcune specie d'interesse conservazionistico. La *Campanula morettiana*, specie rara ed endemica delle Alpi orientali, inclusa nella Direttiva 92/43/CEE, presente sulle rupi dolomitiche verticali nelle RR.NN. delle Dolomiti Bellunesi. *Adonis distorta* specie endemica relitta presente solo in alta quota su pochissimi massicci dell'Appennino centrale (riserve del Monte Velino e della Majella). La *Woodwardia radicans*, una felce bella e rarissima, relitto dell'era terziaria ormai scomparso su gran parte del suo areale, è presente oggi in Italia solo in pochissime stazioni tra le quali la Riserva della Valle delle Ferriere in Campania.

Dal punto di vista faunistico il valore di queste aree protette è ancor più significativo e riconosciuto. Nelle riserve

naturali dello Stato sono presenti tutte le specie di mammiferi (18) che la Lista Rossa nazionale (Bulgarini *et al.* 1998) classifica a rischio di conservazione nell'Italia continentale escludendo da tale elenco i pipistrelli (la cui conoscenza degli areali distributivi è ancora incompleta) e le specie marine.

Tra queste specie di mammiferi alcune sono d'importanza prioritaria a livello europeo e assumono un particolare valore anche dal punto di vista simbolico (orso, lupo, lontra) essendo divenuti anche per il grande pubblico emblemi della conservazione della natura. Anche per questo motivo il CFS ha sviluppato da anni per la tutela di alcune specie impegnativi programmi di conservazione.

L'orso bruno (*Ursus arctos*) è stato oggetto negli ultimi decenni di sforzi considerevoli al fine di assicurarne la sopravvivenza sia nel settore delle Alpi orientali (area di Tarvisio) sia nella minacciata e isolata popolazione dell'Appennino centrale. Lo sviluppo di progetti LIFE Natura in parte finanziati dall'Unione Europea ha permesso un notevole miglioramento del livello di conoscenza sulla reale consistenza numerica dell'orso bruno marsicano.

Un'altra specie che ha ricevuto grande attenzione da parte del CFS è la lontra (*Lutra lutra*), specie dei corsi d'acqua gravemente minacciata a livello nazionale. Il CFS nella riserva naturale della Valle dell'Orfento sulla Majella ha fondato un centro di riproduzione, di ricerca scientifica e di educazione finalizzato ad un futuro ripopolamento della specie nell'Italia centrale.

Il lupo (*Canis lupus*) superata una fase di profonda crisi che ne faceva temere l'estinzione è tornato a popolare gran parte delle montagne dell'Appennino. Le riserve del CFS, con particolare riferimento a quelle della Sila e dell'Abruzzo, hanno avuto il grande merito nei decenni passati di fornire al lupo un valido rifugio all'interno di territori nei quali veniva sistematicamente perseguitato.

Tra le specie di mammiferi carnivori meritevoli di menzione presenti nelle riserve vi è la lince (*Lynx lynx*) estinta agli inizi del secolo sulle Alpi dove tuttavia ha fatto gradualmente ritorno grazie ai programmi di reintroduzione presente oggi stabilmente nella foresta di Tarvisio (dove è in corso uno specifico progetto LIFE di monitoraggio) e sporadicamente nelle riserve del Bellunese.

L'approfondimento delle conoscenze zoologiche, favorito anche da nuovi metodi di analisi genetica, ha portato anche in evidenza l'importante capriolo italico (*Capreolus capreolus italicus*) che sebbene poco distinguibile dal suo parente delle Alpi ha adattamenti ecologici particolari ed è oggi confinato nell'Italia meridionale in pochi siti come ad esempio le riserve statali della foresta Umbra sul Gargano e la Valle del fiume Argentino in Calabria. Quindi il CFS che gestisce queste aree ha un ruolo chiave negli sforzi per tutelare l'integrità genetica del capriolo italico.

La Lista Rossa dei mammiferi italiani considera e mette in risalto anche il valore zoologico della Capra di Montecristo (*Capra hircus aegagrus*). La riserva naturale istituita su quest'isola ha permesso la sopravvivenza di un nucleo stabile, oggi intensivamente monitorato, di queste capre selvatiche forse discendenti di animali introdotti in tempi antichi.

Lo stambecco delle Alpi (*Capra ibex*) agli inizi del secolo sopravviveva soltanto con un numero limitato di esemplari nel Parco del Gran Paradiso e per garantire la conservazione della specie il CFS ha partecipato a questo proces-

so con un progetto di reintroduzione iniziato alla fine degli anni '70 che ha portato alla creazione di un nucleo stabile e vitale di stambecco nelle Alpi Tarvisiane.

Una delle entità faunistiche di maggior pregio che le riserve statali hanno il privilegio esclusivo di proteggere è il cervo della Mesola. Si tratta di una popolazione di cervo (*Cervus elaphus*) autoctona della Val Padana al contrario di quelle presenti sulle Alpi italiane (derivate prevalentemente da immigrazione spontanea di animali dall'estero) e sugli Appennini (frutto di reintroduzioni). Da ciò deriva un rilevante valore genetico (Mattioli *et al.*, 2007) e naturalistico che richiede considerevoli sforzi gestionali (in parte supportati da progetti LIFE).

Nel censimento delle aree importanti per l'avifauna in Italia (Gariboldi *et al.*, 2000) il 70% delle Riserve Naturali dello Stato rispondono ai criteri di rappresentatività e di conservazione che ne determinano la classificazione ai sensi della direttiva europea 79/409/CEE che istituisce le Zone di Protezione Speciale per la protezione degli uccelli.

Le zone umide gestite da CFS sono importanti sia come aree di nidificazione sia come luoghi di sosta degli uccelli durante le migrazioni e per lo svernamento. I censimenti effettuati annualmente dal personale CFS e dall'Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica (Baccetti *et al.*, 2002) rivelano che alcune aree rivestono per i contingenti migratori un ruolo chiave a livello continentale. Le riserve della Puglia (Frattarolo, Salina di Margherita di Savoia, Lesina, Varano) nel loro insieme danno rifugio mediamente ogni anno a circa 75.000 uccelli acquatici; i laghi pontini del Circeo nel Lazio a oltre 12.000 presenze annue e altrettanta importanza hanno le riserve dell'Alto Adriatico (Bellocchio, Cervia, Foce Reno, ecc.).

Per quanto riguarda le specie di uccelli nidificanti su 88 specie considerate a rischio in Italia ben 61 (70%) si riproducono all'interno delle riserve a fronte di una superficie di circa il 4% rispetto a quella protetta nazionale.

La nidificazione delle specie di pregio naturalistico dipende soprattutto dai livelli di tutela degli habitat rispetto al disturbo derivante dalle attività umane e dall'integrità ambientale. Molte riserve offrono in tal senso condizioni adatte ed alcune rappresentano rifugi riproduttivi di valore eccezionale. Il fenicottero rosa (*Phoenicopterus ruber*) ad esempio nella Salina di Margherita di Savoia d'inverno è presente con circa 6000 individui ed è stato il primo sito della penisola ad ospitare una colonia che conta oggi mediamente 300 nidi.

Una delle specie di uccelli che ha ricevuto particolare interesse da parte dell'ufficio Biodiversità è l'avvoltoio grifone (*Gyps fulvus*) che sopravviveva solo in Sardegna e che è stato oggetto a partire dal 1993 di un intervento di reintroduzione operato nella Riserva Naturale dello Stato del Monte Velino. L'operazione, frutto di una collaborazione internazionale, oggi ha portato alla costituzione di 4 colonie riproduttive con la presenza di circa 150 esemplari e la nidificazione di 20 coppie (Allavena *et al.*, 2003).

La specie forestale oggi considerata nello stato più critico di conservazione è la colombella (*Columba oenas*), una specie poco conosciuta in passato comune ma oggi in via di estinzione a causa della sparizione del suo habitat riproduttivo legato alle cavità dei grandi alberi. È ancora documentata la sua presenza nelle foreste delle riserve del Molise e della Sila.

Allo stato delle conoscenze tra le specie acquatiche

d'interesse comunitario una presenza importante è quella della trota marmorata (*Salmo marmorata*), specie presente spontaneamente nei corsi d'acqua del Vincheto di Celarda dove è attivo un programma di allevamento e di ripopolamento a scopo di conservazione. Per colmare le numerose lacune sulle conoscenze degli organismi acquatici presenti nelle riserve è stato istituito nell'ambito dell'Ufficio Biodiversità del CFS il "Centro per lo studio e la conservazione degli ecosistemi delle acque interne" con sede a Fogliano nel Parco del Circeo.

Il patrimonio faunistico protetto è ancora più notevole qualora infine si prendano in considerazione anche gli altri gruppi animali, come ad esempio gli invertebrati, ancora non esaurientemente studiati e censiti. A tale proposito il CFS istituì nel 1971, per primo in Europa, un'area protetta dedicata alla conservazione di un insetto: si tratta della Riserva Naturale dello Stato di Grotticelle in Basilicata destinata alla tutela della Bramea del Vulture (*Acanthobrahmaea europaea*), una rarissima farfalla notturna appartenente ad una famiglia tropicale ma presente nel nostro continente solo con una specie strettamente localizzata nella riserva.

L'Unione Internazionale per la Protezione della Natura ha redatto una Red List degli invertebrati minacciati nel

mondo dalla quale si evince che su 2000 specie considerate a rischio 78 appartengono alla fauna italiana (Cerfolli *et al.* 2002). Circa il 30% di esse è presente nelle aree protette gestite dal CFS.

Un forte incentivo alle attività di ricerca e tutela degli invertebrati è derivata dall'istituzione nel 2001 del Centro Nazionale per lo Studio e la Conservazione della Biodiversità Forestale di Verona-Bosco Fontana. Questo laboratorio è attivo nel monitoraggio degli invertebrati a scala nazionale portando – caso unico in Italia – al censimento totale di tutte le specie viventi presenti in due riserve.

Le riserve naturali dello Stato gestite dal Corpo Forestale tutelano quindi un patrimonio naturalistico di eccezionale rilievo costituendo un caposaldo della conservazione della biodiversità nazionale. La gestione delle riserve naturali operata dal CFS tramite l'Ufficio per la Biodiversità si basa su moderni criteri di conservazione che contemplano non solo ove necessario interventi di manutenzione o ripristino ambientale, una costante opera di divulgazione e sensibilizzazione rivolta al pubblico, lo sviluppo di ricerche e programmi di monitoraggio con particolare riferimento ai rischi correlati ai cambiamenti climatici.

	<i>N° habitat/specie a rischio in Italia</i>	<i>N° habitat/specie a rischio in Italia presenti in Riserve CFS</i>	<i>Percentuale %</i>
Habitat rilievo comunitario *	126	95	75,4
Piante **	388	76	19,6
Mammiferi***	18	18	100,0
Uccelli	88	61	69,3
Invertebrati ****	78	22	28,2

* Di questi in Italia 30 sono d'interesse prioritario di cui 22 nelle Riserve Naturali gestite dal CFS.

** Dal dato nazionale si escludono gli endemismi della Sicilia dove non sono presenti Riserve Naturali del CFS.

*** Italia continentale ed esclusi i pipistrelli.

**** Red List Unione Internazionale per la Protezione della Natura.

Tabella 1. Importanza delle riserve naturali gestite dal Corpo Forestale dello Stato per la conservazione della biodiversità nazionale: valutazione in base alla percentuale di habitat/specie presenti nelle Liste Rosse di settore.

Table 1. Importance of State natural reserves managed by Forest Service for conservation of national biodiversity: valuation based on percentage of Red List habitat/species.

Tableau 1. Importance des réserves naturelles d'état contrôlées par Service Forestier pour la conservation de la biodiversité nationale: évaluation basée sur le pourcentage de la Liste Rouge des habitats/espèces.

SUMMARY

IMPORTANCE OF STATE NATURAL RESERVES MANAGED BY FOREST SERVICE FOR CONSERVATION OF NATIONAL BIODIVERSITY

The Forest Service office deputed to manage State properties today is currently known as Biodiversity Office: it works on 130 Natural Reserves, 9 Ramsar Convention wetlands, 16 Experimental Farms for Genetic Resources Conservation and 3 State Centres for Forest Biodiversity Research and Conservation.

The current CFS' State property is about 130.000 ha, out of which some 90.000 ha are classified Natural Reserves. 75% of the areas are Natura2000 sites and represent a relevant biodiversity source for Italy. Indeed, despite State Natural Reserves cover only 3% of national protected areas, they host a relevant amount of the threatened habitat and species. Over there most representative Italian mammal fauna like brown bear, wolf, lynx and otter

occurs. At present projects (also co-financed by the European Commission through the LIFE-Nature programme) are ongoing whose main objectives are restoring and renaturalisation of habitat, promoting sustainable tourism and increasing public awareness, monitoring habitats and species particularly in relation to risk linked to climate change; developing research programmes and management plans.

RÉSUMÉ

IMPORTANCE DES RÉSERVES NATURELLES D'ÉTAT CONTRÔLÉES PAR SERVICE FORESTIER POUR LA CONSERVATION DE LA BIODIVERSITÉ NATIONALE

Le bureau de Service Forestier délégué pour contrôler des propriétés d'état est actuellement connu comme bureau de biodiversité: cela fonctionne sur 130 réserves naturelles, 9 zones humides de convention de Ramsar, 16 fermes

expérimentales pour la conservation de ressources génétiques et 3 centres d'état pour la recherche et la conservation de biodiversité de forêt. La propriété d'état du CFS courant est environ 130.000 ha, dont hors environ 90.000 ha sont les réserves naturelles classifiées. 75% des secteurs sont classés sites Natura2000 et représentent une source appropriée de biodiversité pour l'Italie.

En effet, en dépit seulement de 3% de la couverture de zones protégées nationales ils accueillent une quantité considérable de l'habitat et des espèces menacés. Là-bas la plupart de faune mammifère italienne représentative aiment l'ours brun, loup, lynx et la loutre.

Actuellement projets (également cofinancés par la Commission européenne par le programme de LIFE-Nature) sont continus dont les objectifs principaux reconstituent et des renaturalisation d'habitat, favorisant la sensibilisation du public à le développement durables, monitoring de habitats et espèces de surveillance en particulier par rapport au risque ont lié au changement climatique, développe de la recherche et de plans de gestion.

BIBLIOGRAFIA

- Allavena S., Panella M., 2003 – *La reintroduzione del grifone Gyps fulvus nella Riserva Naturale dello Stato del Monte Velino* – Atti del 1° Convegno Italiano Rapaci Diurni e Notturmi tenutosi a Villa Franchetti a Preganziol (TV) il 9 e 10 marzo 2002, Avocetta 27: 125 (2003).
- Baccetti N., Dall'Antonia P., Magagnoli P., Melega L., Serra L., Soldatini C., Zenatello M., 2002 – *Risultati dei censimenti degli uccelli acquatici svernanti in Italia: distribuzione, stima e trend delle popolazioni nel 1991-2000*. Biol. Cons. Fauna, 111.
- Blasi C., Boitani L., La Posta S., Manes F., Marchetti M. (Eds), 2005 – *Stato della Biodiversità in Italia*. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, Direzione per la Protezione della Natura. Palombi Editori, Roma.
- Bulgarini F., Calvario E., Fraticelli F., Petretti F., Sarrocco S. (Eds), 1998 – *Libro Rosso degli animali d'Italia – Vertebrati*. WWF Italia, Roma.
- Cerfolli F., Petrassi F., Petretti F. (Eds), 2002 – *Libro Rosso degli animali d'Italia – Invertebrati*. WWF Italia Onlus, Roma.
- De Laurentis D., Panella M., Petriccione B., 2003 – *Le riserve naturali del Corpo forestale dello Stato*. Volume sulle riserve naturali italiane edito nel Trentennale della Riserva naturale di Torricchio Volume 11(3): 313-336, Università degli Studi di Camerino, Camerino 2003.
- Gariboldi A., Rizzi V., Casale F., 2000 – *Aree importanti per l'avifauna in Italia* LIPU-Ministero per le Politiche Agricole e Forestali, Parma.
- Mattioli S., Nobili G., Panella M., 2007 – *New perspectives of conservation for Mesola Red Deer, Italy*. Proceedings of 1st International Conference on Genus *Cervus*, 14-17 September 2007, Primiero, Trentino.
- Petrella S., Bulgarini F., Cerfolli F., Polito M., Teofili C. (Eds), 2005 – *Libro Rosso degli habitat d'Italia*. WWF Italia-Onlus, Roma.
- Scoppola A., Spampinato G., 2005 – *Atlante delle specie vegetali a rischio di estinzione*. Società Botanica italiana, Gruppo di Floristica. CD Rom allegato al volume Stato delle conoscenze sulla flora vascolare d'Italia.

CRITERI GESTIONALI PER LA CONSERVAZIONE DELLE COMPONENTI RILEVANTI NELLA RISERVA NATURALE BIOGENETICA "ISOLA DI MONTECRISTO"

(*) Ufficio Territoriale per la Biodiversità di Follonica, Corpo Forestale dello Stato, Follonica (GR)

L'Isola di Montecristo è riserva statale dal 1971, affidata al Corpo Forestale dello Stato. Le emergenze ambientali di oggi derivano da scelte della passata gestione. Vi coesistono, non sempre in armonia, componenti meritevoli di conservazione. La preziosa popolazione di capre selvatiche minaccia la vegetazione naturale. I lecci sono relitti e vengono rinnovati proteggendo ogni singola piantina. Oltre a condizioni spesso estreme legate alla carenza idrica, la vegetazione naturale subisce il sopravvento di specie invadenti come l'ailanto.

La gestione deve prendere in considerazione le possibili interazioni e viene quindi guidata dalle risultanze dal monitoraggio delle componenti del sistema insulare secondo le raccomandazioni conseguenti al rinnovo del Diploma Europeo per le Aree Protette.

Parole chiave: Montecristo, capra, ailanto, leccio, isola.

Key words: Montecristo, wild goat, ailanthus, holm oak, isle.

Mots clés: Montecristo, chevre sauvage, ailante, chene vert, ile.

1. INTRODUZIONE

Oggi l'Isola di Montecristo viene vissuta nell'immaginario come il santuario di una Natura aspra e selvaggia. Eppure è impossibile coglierne la vera essenza se non facendo riferimento alle vicende umane che l'hanno coinvolta e che hanno influenzato in maniera determinante la definizione delle componenti rilevanti.

L'Isola conobbe frequentazioni occasionali fin da epoca molto remota, tuttavia si può dire che cominciò ad avere dignità storica nel V secolo dopo Cristo quando San Mamiliano, vescovo di Palermo, perseguitato dai Vandali di Genserico, vi approdò per condurvi vita eremitica. Alcuni seguaci, mitizzandone le gesta intesero emularlo, e vi fondarono col tempo una delle più importanti Abbazie del Tirreno Settentrionale. Le scorrerie dei saraceni si fecero sempre più intense, fino a determinare la completa rovina del Monastero nel 1555. Seguì un periodo di oblio, durante il quale l'Isola fu in balia di frequentatori occasionali (Brizzi, 1986).

Nel XIX secolo la svolta avvenne con la pubblicazione del romanzo di Dumas "Il Conte di Montecristo" il cui successo portò alla conoscenza del mondo questo scoglio granitico ed inospitale. Vi si avvicinò quindi una serie di personaggi che intesero impiantarvi una colonia stabilmente residente, avventurandosi in spese di molto superiori alle aspettative ed alla possibile resa. Fatto sta che l'inglese George Watson - Taylor vi edificò una villa e si adoperò perché una piccola comunità avesse una qualche autosufficienza. Ma l'affare non rese e nel 1860 l'isola fu compresa nei possedimenti del Regno d'Italia. Ne fu grande estimatore il Re Vittorio Emanuele III che la frequentò per esercitarvi la caccia. Anche negli anni successivi alla seconda guerra mondiale l'Isola fu gestita come una riserva di caccia e di pesca, ma i progetti di sfruttamento economico subirono una brusca interruzione alla fine degli anni sessanta, quando di fronte alla prospettiva che vi fosse realizzato un residence esclusivo venne ritirata la concessione e fu istituita con decreto del 1971 la riserva naturale. L'Isola è da allora affidata alla gestione del Corpo Forestale dello Stato

e compresa, dal 1996, nei confini del Parco Nazionale dell'Arcipelago Toscano.

Le componenti rilevanti si sono andate delineando per motivi storici oltre che naturali, avendo avuto le vicende umane una parte preponderante nella loro determinazione.

2. LE COMPONENTI NATURALI RILEVANTI

2.1 I lecci

Le 208 piante censite (Crudele *et al.*, 2005), costituiscono un relitto della popolazione originaria. La loro conservazione come singoli individui vegetali è importante, ma non potrà avere esiti infiniti, poiché si tratta di esemplari prossimi al limite dell'esistenza biologica. Sono sfuggiti al morso, all'accetta ed al fuoco. La loro carriera è onorevolmente giunta alla conclusione. La vera minaccia grava sulla possibilità di rinnovazione, impedita dalle capre, dai conigli, dai ratti, dalla ricorrenza di stagioni sfavorevoli, dalla mancanza di suolo e di acqua. Ma non solo. Determinante risulta anche la severa competizione di *Ailanthus altissima* che si insinua in ogni spazio reso libero. Si tratta pertanto di un processo che deve essere necessariamente guidato.

In passato è stata intrapresa la strada dei recinti di esclusione. Premesso che qualsiasi intervento a Montecristo ha un costo doppio rispetto a qualsiasi altra realtà continentale, è innegabile che un recinto funziona fintanto che ne è garantita l'integrità. Ora Montecristo presenta una morfologia estremamente accidentata e molti sono i possibili punti di debolezza di una recinzione. Un masso granitico più sporgente che offre l'opportunità al salto di una capra, una frana, un palo che cede e l'intero lavoro fallisce. Il rischio vale la pena solo per la protezione della eventuale rinnovazione naturale, ma i risultati stentano a farsi apprezzabili.

La sottopiantagione apparentemente offre migliori garanzie, a patto che la si faccia proteggendo le piante una per una, con difese progettate per durare diverse decine di anni. Le ghiande vengono prelevate sulle piante e fatte germinare presso il Centro Nazionale per la Biodiversità di Pieve Santo Stefano (AR). I semenzali prodotti vengono

quindi riportati a Montecristo e piantati. La germinabilità delle ghiande è piuttosto bassa. Ci si può accontentare, considerando che si preleva il seme da soggetti ormai decrepiti. Per il trasporto dei semenzali si adottano contenitori di 9x9x20 cm, con terriccio composto di torba e pomice.

Una volta messe a dimora le piante – 4 per ogni buca – vengono protette con rete metallica sorretta da quattro robusti pali di ferro. Il soccorso idrico è indispensabile nelle prime settimane dopo il trapianto, ed all'occorrenza durante l'estate.

Sembra plausibile ritenere che almeno un terzo delle piante monumentali rilevate siano destinate a soccombere nel breve termine. I diametri corrispondono spesso a piante di età plurisecolare. È pertanto necessario avviare un programma di conservazione *ex situ* riproducendo i lecci e determinandone le caratteristiche genetiche attraverso analisi specifiche.

2.2 Le capre

Le capre hanno giocato un ruolo determinante per Montecristo. Al momento della istituzione della riserva la popolazione di capre selvatiche veniva portata come uno dei principali aspetti naturali da conservare e che giustificava di per sé la imposizione di vincoli e proibizioni.

Le quotazioni sono poi calate di molto quando si è osservato, non senza preoccupazione, che venute meno le principali minacce, derivanti dalla attività venatoria, la popolazione si è diffusa a dismisura, trovando come unico limite la disponibilità di cibo. Nella fattispecie, il cibo era costituito dalla vegetazione naturale che pure era oggetto di conservazione con la istituzione della riserva.

Quindi il primo studio organico sulla capra di Montecristo risale al 1986 a cura dell'allora Istituto Nazionale di Biologia della Selvaggina, oggi ISPRA (Spagnesi *et al.*, 1986). Le conclusioni furono categoriche: della popolazione attuale (allora circa 300-350 individui) solo 100 potevano essere mantenuti, a patto che si agisse anche su un'altra componente pregiudizievole, cioè sul coniglio selvatico. Quindi il contenimento era la strada da seguire. Seguirono sparatorie. Tra il 1975 ed il 2006 sono stati abbattuti 801 esemplari di cui 423 maschi e 375 femmine e 3 di sesso non determinato. Per la precisione nel 2006 furono abbattuti 37 esemplari appena, e solo per studio, mentre in precedenza gli abbattimenti finalizzati al contenimento erano cessati dal 1997.

L'allora Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica ha svolto un altro studio dal titolo "Monitoraggio della popolazione di capre dell'Isola di Montecristo anni 2003 – 2006. Rapporto conclusivo". Il titolo originario del progetto era molto più chiaro negli intenti che si volevano perseguire ("Progetto di contenimento numerico della capra di Montecristo"), ma ad un aggiustamento anche nel nome oltre che nelle finalità si è pervenuti nel momento in cui si andava delineando un forte calo della popolazione. (AA.VV., 2006).

Lo studio demografico ha infatti messo in evidenza che pur essendo cessati da quasi un decennio gli abbattimenti era evidente un declino della popolazione che è attivo anche adesso. La popolazione di capra di Montecristo, contrariamente a quanto ritenuto per anni, risulta potenzialmente sensibile ad eventi di perturbazione, tanto che anche un prelievo numericamente limitato potrebbe portare all'estinzione. Un

ruolo fondamentale si direbbe giocato dalla sequenza di stagioni estremamente aride, che hanno prostrato la vegetazione sottraendo agli erbivori fonti alimentari.

La densità risultante dalle osservazioni compiute nel periodo 2003 – 2006 è pari a 26-34 capi per chilometro quadrato a seconda che si consideri una superficie piana dell'Isola (10,39 km²) ovvero una superficie calcolata su un modello tridimensionale (13,15 km²). Numero elevato perché la capacità di carico di Montecristo è di difficile determinazione e dipende da fattori estremamente fluttuanti, primo fra tutti la disponibilità idrica.

La popolazione presenta uno sbilanciamento nel rapporto tra i sessi a favore dei maschi. Le femmine partoriscono solo una volta l'anno e solo un cucciolo. Il tasso di fertilità è intorno al 40%.

La variabilità genetica della popolazione è a livelli più elevati di quanto ci si potrebbe aspettare a seguito dell'isolamento e della sostanziale assenza di introduzioni recenti. La colonizzazione dell'isola è evidentemente avvenuta a più riprese con varie immissioni di animali di diversa origine.

La popolazione di capra a Montecristo è preziosa perché costituisce un caso unico di sopravvivenza allo stato selvatico di individui introdotti al primo stadio di domesticazione in tempi anche molto remoti. Una simile situazione è rilevabile solo a Creta ed in alcune isole greche minori.

L'evidente declino che sta subendo questa popolazione esclude che siano urgenti interventi di contenimento numerico. Il monitoraggio è però indispensabile.

2.3 L'Ailanto

Viene indicato come componente rilevante, per l'enorme peso che la presenza di questa infestante ha nella gestione della riserva, non certo perché debba essere oggetto di conservazione.

L'albero (*Ailanthus altissima*) è originario della Cina ed ha subito varie vicissitudini a partire dal 1700, che lo hanno portato ad espandersi diffusamente e dannosamente in tutto il mondo. Il suo enorme successo dipende dalla resistenza alla siccità, dalla incredibile vitalità e dalla capacità di rigenerare individui per via vegetativa a partire da limitate porzioni di radici. A Montecristo costituisce una delle principali emergenze per la conservazione delle formazioni vegetali naturali e di riflesso anche per la componente faunistica. Introdotto nel 1852 dal Taylor come pianta ornamentale, nonostante i ripetuti interventi di contenimento è in piena espansione e si va a localizzare al posto della vegetazione spontanea, spodestando principalmente il cisto e le eriche.

Viene brucato dalle capre, ma per lo più in condizioni di estrema carenza di cibo alla fine dell'estate e quasi sempre con ripercussioni evidenti sull'apparato digerente. I principi allelopatici contenuti in radici e germogli la rendono fortemente competitiva nei confronti della vegetazione spontanea. Anche l'odore, come è noto, è repellente.

La sua facilità di diffusione a Montecristo è indice della fragilità dello specifico ambiente insulare. Una vasta copertura di ailanto ha ormai invaso molta parte di Cala Maestra e della Valle dei Lecci. Un rigoglioso popolamento lo si osserva anche nei pressi della Grotta del Santo, uno dei luoghi più mistici dell'Isola.

Considerati gli anfratti inaccessibili dove riesce a svilupparsi si ha l'impressione che una eradicazione completa

non sarà possibile conseguirla. Per limitare l'invasione occorre produrre un notevole sforzo, anche in termini economici, sostenibile solo approfittando di specifici strumenti finanziari dell'Unione Europea. La strategia di azione sarà determinante nel sancire il successo o meno del tentativo di eradicazione.

Le metodologie proposte e sperimentate sono molte, ma invero solo alcune possono essere applicate ad un ambiente come Montecristo, nel quale le difficoltà logistiche non consentono di indugiare troppo in tentativi.

Le piante più sviluppate vanno fatte deperire per progressivo sfinitimento, cercando di esaurire le riserve contenute nelle radici e nel fusto, senza determinare la emissione di nuovi polloni. La cercinatura nel momento della traslocazione delle sostanze zuccherine prodotte dalle foglie, magari incompleta e ripetuta negli anni viene suggerita come un sistema idoneo.

Le piante più giovani devono essere invece sradicate estraendole dal terreno, in modo da non consentire che vi rimanga una porzione di radice troppo sviluppata. Il ricorso a prodotti di sintesi è ovviamente preso in considerazione con estrema prudenza e sempre per interventi molto localizzati, come il trattamento della superficie di taglio o delle foglie delle pianticelle. Il fatto che costituisce una parte della dieta delle capre inserisce un ulteriore elemento di riflessione nella programmazione degli effetti della eradicazione.

2.4 Altre componenti

Il Ratto (*Rattus rattus*). Questo ulteriore sgradito ospite di Montecristo ha rappresentato un vero e proprio flagello per il suo effetto devastante sulle piante con seme pesante, ma soprattutto sulle nidiate di uccelli marini quali ad esempio la Berta minore (*Puffinus yelkouan*), che a Montecristo ha una delle principali aree di nidificazione, ma per la quale il successo riproduttivo dipende strettamente da quanto le uova ed i pulli riescono a sfuggire alla predazione dei ratti. L'introduzione di questo roditore risale a diversi secoli fa, almeno da quando il Mediterraneo ha cominciato ad essere solcato dalle imbarcazioni. Una specie così vorace, e socialmente organizzata rappresenta una minaccia per tutta la componente faunistica dell'isola, che racchiude svariate forme endemiche preziose potenzialmente predabili dai ratti, sia di invertebrati che di vertebrati. Anche gli uccelli non marini ma migratori in fase di recupero per riprendere il volo sono esposti all'attacco di questi micidiali predatori. Di contro il ratto fa parte della dieta di alcuni predatori presenti sull'Isola, specie dei rapaci. Il gabbiano è un predatore occasionale di piccoli mammiferi, così come il corvo imperiale. Fra i rettili il biacco e la vipera per le dimensioni ridotte non sono da ritenere particolarmente pericolosi per i ratti se non per i giovani. Ad ogni modo un intervento di derattizzazione risulta urgente ed indispensabile per eliminare un ulteriore fattore di disturbo. Dato l'elevato costo, anche per questo intervento si dovrà fare ricorso ai fondi europei (Baccetti *et al.*, 2003).

L'Avifauna nidificante e migratoria. Delle coppie nidificanti di berta minore diverse centinaia si trovano a Montecristo. Diversamente da altri uccelli marini quali il gabbiano corso o il marangone dal ciuffo che frequentano l'isola senza siti di nidificazione accertati. Montecristo è un importantissimo snodo per l'avifauna migratoria che vi trova ristoro nell'attraversamento del Mediterraneo. L'avifauna

costituisce una componente di sicura rilevanza che deve essere presa in considerazione nelle scelte gestionali.

Il Coniglio selvatico. Una specie che gioca anch'essa un ruolo determinante nella possibilità di rinnovazione della vegetazione spontanea e segnatamente dei lecci. Il coniglio selvatico di Montecristo si è spesso e volentieri ibridato con individui domestici fuggiti dalle conigliere. Non è infrequente pertanto incontrare alcuni esemplari variamente pezzati o addirittura bianchi.

La Flora e la Vegetazione. Prescindendo dalla porzione abitata di Cala Maestra dove dominano le specie estranee e spesso esotiche introdotte nei tempi passati, la vegetazione di Montecristo è caratterizzata da notevoli difficoltà di affermazione e di conservazione. La brucatura delle capre, dei conigli e dei ratti, le condizioni climatiche particolarmente avverse, con siccità pronunciata e prolungata, e la concorrenza con specie vincenti ed invasive come l'ailanto costituiscono fattori limitanti di notevole importanza. Il regresso della vegetazione determina perdita di suolo per erosione. Particolarmente interessante ed importante appare la componente micologica della flora di Montecristo, che recentemente sottoposta ad indagine ha evidenziato un numero di specie di tutto rispetto se riferita ai rapporti precedenti (Zoccola *et al.*, 2007).

3. I CRITERI GESTIONALI

Questa esposizione sull'Isola di Montecristo non ha ovviamente alcuna pretesa di completezza. Si è cercato di illuminare alcuni aspetti preponderanti con luce concentrata. Ma questi aspetti devono essere considerati nel loro insieme e valutando le possibili interazioni allorquando si devono assumere delle decisioni circa la gestione dell'Isola.

Troppo spesso ci siamo trovati a dissertare solamente della fruizione di Montecristo, della titolarità al rilascio di autorizzazioni per le visite guidate. Nel frattempo i processi naturali andavano avanti. La conoscenza degli stessi è presupposto irrinunciabile per qualsiasi scelta gestionale. Da questo punto di vista è bene ricordare che Montecristo pone diversi ostacoli alla ricerca. La lontananza (40 miglia nautiche dalla costa) impone che le missioni vengano programmate su più giorni lasciando il meno possibile al caso. La programmazione è spesso vanificata da avverse condizioni meteorologiche che rendono impossibile recarsi sull'Isola. La conformazione orografica comporta una difficoltà di raggiungimento di molti settori. Sono tutti aspetti questi che indubbiamente intimoriscono anche il ricercatore più ardito.

In effetti il bagaglio di conoscenze che sono state raccolte riguardo alla Riserva di Montecristo la dobbiamo ai Forestali, che la frequentano per gestirla e sorvegliarla, e da un manipolo di pochi cocciuti Ricercatori che hanno dimostrato costanza ed impegno.

La riserva è insignita dal 1988 del Diploma europeo del Consiglio d'Europa. Il riconoscimento veniva rinnovato ogni 5 anni dopo una severa istruttoria. In accordo con le recenti modifiche regolamentari introdotte, dal 2008 il rinnovo ha validità decennale e quindi sarà valido fino al 12 giugno 2018. Le raccomandazioni allegate alla Risoluzione del Comitato dei Ministri che rinnova il Diploma alla Riserva Naturale Isola di Montecristo (CM/ResDip(2008)16) adottata il 2 luglio 2008 rappresentano precise linee gestionali cui ci si dovrà attenere nel futuro.

Queste possono essere riassunte come segue:

- istituire un sistema informativo territoriale in collaborazione col Parco Nazionale dell'Arcipelago Toscano, finalizzato alla pianificazione degli interventi. In questo sistema devono confluire tutte le informazioni territoriali disponibili inerenti le componenti ambientali oggetto di conservazione. In particolare la diffusione dell'Ailanto;
- monitorare e ridurre il più possibile la diffusione dell'Ailanto, con la prospettiva di una eradicazione totale;
- proseguire gli sforzi per rigenerare a popolazione di leccio, con controlli assidui e regolari;
- mantenere la popolazione di capra attuale cercando al contempo di proteggere le componenti ambientali minacciate da questa;
- sostituire il generatore di corrente diesel con forme di energie rinnovabili;
- ottenere conoscenze più profonde sulla flora e sulla fauna dell'Isola;
- mantenere il limite originario di 1000 visitatori all'anno, verificare la possibilità di un sistema di sorveglianza remota e proseguire con gli accorgimenti per supervisionare i gruppi di visitatori.

La istituzione di un efficiente Sistema Informativo Territoriale non deve essere interpretata come una fredda adesione ad una raccomandazione europea, quanto piuttosto il necessario presupposto di qualsiasi attività di gestione, che parte dalla raccolta di informazioni e le rende utilizzabili e confrontabili.

Risulta di tutta evidenza che la realizzazione di quanto disposto dalle raccomandazioni del Consiglio d'Europa avrà una parte preponderante nelle azioni gestionali per i prossimi dieci anni. Si aggiungerà ovviamente la ordinaria conduzione delle strutture funzionali alla conservazione.

La raccomandazione di approfondire il più possibile le conoscenze sulla flora e sulla fauna lasciano campo aperto ad un vasto ventaglio di iniziative di ricerca, che pure si ritiene in questa fase debbano avere un riflesso sulla gestione. Recentemente si è osservato un interesse più concreto da parte del mondo accademico verso Montecristo. Vengono proposti e perseguiti studi sul clima, sulla componente micologica della flora, sull'offerta pabulare della vegetazione. Anche il mare circostante è oggetto di attenzione, ed è augurabile che le ricerche conducano a conclusioni maggiormente supportate da dati oggettivi e non da semplici osservazioni e sensazioni.

4. CONCLUSIONI

Quello che in passato era la corretta conduzione di un possedimento con annesso orto botanico o di una riserva di caccia, adesso con lo sguardo attuale lo giudichiamo errore gestionale che ha influito severamente sul decorso degli ambienti naturali (Pavan, 1989). Il porticato della casa dei pescatori eretto negli anni sessanta è un piccolo ecomostro, le granaglie conservate per gli uccelli da cacciare hanno causato la proliferazione dei ratti. Fu piantato l'Ailanto credendo di abbellire e si è combinato un disastro apocalittico. Ciò che sulla terraferma ha un effetto diluito, a Montecristo è forte e concentrato.

Anche gli abbattimenti delle capre fatti negli anni novanta sembravano indispensabili per ristabilire l'equilibrio oggi vengono guardati con maggiore circospezione e valutati

nel contesto più ampio che prende in considerazione gli effetti sulle altre componenti rilevanti. Non sarà possibile sfuggire al giudizio storico nella gestione di una riserva così evocativa e mitica qual è Montecristo. Il Corpo Forestale dello Stato nel 1971 ha accettato una sfida. I risultati finora conseguiti in termini di conservazione sono confortanti, e l'ottima considerazione che gli organi dell'Unione Europea continuano a riservare al Corpo Forestale dello Stato esorta a proseguire il lavoro intrapreso, utilizzando al meglio le risorse e concentrandosi sugli aspetti veramente importanti, affinché in futuro abbia ancora un senso proteggere questo meraviglioso scoglio inospitale.

SUMMARY

MANAGERIAL CRITERIONS FOR THE MAINTENANCE OF THE REMARKABLE COMPONENTS IN THE NATURAL RESERVE "ISLE OF MONTECRISTO"

Montecristo Island is a State Nature Reserve since 1971 and it is been entrusted to the National Forest Corps for management. Nowadays the environmental problems in the island come from decisions taken in the management of the past years. There live together, but not always in harmony, compounds that should be preserved. The precious wild goat population threatens the natural vegetation. Holm oaks are relics and can be renewed only by protecting every single seedling with individual shelter. Natural vegetation is also suffering the spread of invadent species such as Ailanthus. Unfavourable climate changes determine water shortage and contribute to vegetation crisis. Management must consider very carefully all possible interactions among the insular compounds and is directed by the continuous monitoring. The guidelines are the recommendations attached to the renewals of the European Diploma for protected areas, awarded to Montecristo since 1988.

RÉSUMÉ

CRITÈRES DIRECTORIAUX POUR L'ENTRETIEN DES COMPOSANTES REMARQUABLES DANS LE RÉSERVE NATUREL "ILE DE MONTECRISTO"

L'Ile de Montecristo est réserve d'Etat depuis 1971, confiée au Corps Forestier d'Etat.

Les émergences environnementales d'aujourd'hui dérivent de choix de la gestion passée. Coexistent, pas toujours en harmonie, des composantes méritant la conservation. La précieuse population de chèvres sauvages menace la végétation naturelle. Les chènes verts restants sont renouvelés protégeant ainsi chaque plant. Outre les conditions souvent extrêmes liées à la carence en eau, la végétation naturelle subit l'invasion d'espèces telles que le Ailanthus. La gestion doit prendre en considération les interactions possibles et elle est ainsi guidée par les résultats du monitoring des composantes du système insulaire selon les recommandations en rapport au renouvellement du Diplôme Européen pour les espaces Protégés, décerné à Montecristo depuis 1988.

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV., 2006 – *Monitoraggio della popolazione di capre Capra hircus dell'Isola di Montecristo. Anni 2003-2006. Rapporto conclusivo.* Istituto Nazionale per la Fauna selvatica
- Baccetti N., Capizzi D., Sposimo P., 2003 – *Studio di fattibilità di un progetto di derattizzazione dell'Isola di Montecristo (Arcipelago Toscano)* Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica, Ozzano Emilia (BO)
- Brizzi A., 1986 – *San Mamiliano e la sua Abbazia in Montecristo.* Circolo Culturale Gigliese, Pacini Editore.
- Crudele G., Landi M., Zoccola A., 2005 – *La popolazione di Quercus ilex L. nella Riserva Naturale Biogenetica Isola di Montecristo: osservazioni, considerazioni e interventi di conservazione.* Quaderno di Studi e Notizia di Storia Naturale della Romagna, 21: 59-89.
- Pavan M., 1989 – *Isola di Montecristo Riserva Naturale.* Collana Verde n. 77.
- Spagnesi M., Cagnolaro L., Perco F., Scala C., 1986 – *La Capra di Montecristo /Capra aegagrus hircus Linnaeus, 1758* Ricerche di Biologia della Selvaggina n. 76.
- Zoccola A., Salerno E. Perini C., Crudele G., Antonini D., Antonini M., Bernicchia A.R., Del Prete C., 2007 – *Contributo alla conoscenza della flora micologica dell'Isola di Montecristo.* 102° Congresso della Società Botanica Italiana, 26-29 settembre 2007, Palermo.

GLI EFFETTI DEI TRATTAMENTI SELVICOLTURALI SULLA DINAMICA DELLE CENOSI FUNGINE

(*) Dipartimento di Scienze Botaniche, Università degli Studi di Palermo

Gli ecosistemi forestali della Sicilia sono caratterizzati da un elevato livello di diversità. In particolare i funghi lignicoli, patogeni e saprofiti, sono numericamente ben rappresentati ed esprimono una diversità funzionale colonizzando varie tipologie di materiale legnoso. Per le ricerche effettuate all'interno degli ecosistemi forestali, naturali ed artificiali, si è fatto riferimento alla metodologia adottata a livello nazionale dal Gruppo di Interesse Scientifico per la Micologia della Società Botanica Italiana. In questo contributo la diversità dei funghi lignicoli viene messa in relazione con la forma di governo e di gestione selvicolturale. Viene inoltre sottolineata l'influenza dei trattamenti selvicolturali sulla presenza/assenza dei funghi micorrizici e la necessità di un approccio multidisciplinare nelle scelte di gestione selvicolturale al fine di salvaguardare il ruolo degli organismi fungini nell'ambito degli ecosistemi forestali.

Parole chiave: gestione selvicolturale, funghi, Sicilia.

Key words: silvicultural management, fungi, Sicily.

Mots clés: gestion sylvicultural, champignons, Sicile.

1. INTRODUZIONE

I funghi sono i più abbondanti e diffusi tra gli organismi terrestri dopo gli insetti. Capaci di vivere in tutti gli ambienti, esprimono nei popolamenti forestali sia naturali che artificiali, i più alti livelli di diversità genetica e funzionale.

Nell'ambito delle attività del Laboratorio di Micologia del Dipartimento di Scienze Botaniche, volte ad incrementare le conoscenze sulla biodiversità fungina, epigea ed ipogea, è stato avviato, a partire dal 1991 (Venturella, 1992), un progetto di censimento e cartografia finalizzato alla stesura di una check-list dei funghi siciliani. La valutazione della biodiversità fungina è stata rivolta principalmente ai macromiceti (*sensu* Arnolds, 1981), funghi i cui ascomi e basidiomi sono di dimensioni superiori ad un millimetro, ovvero visibili a occhio nudo. I dati regionali, limitatamente alla divisione *Basidiomycota*, sono confluiti nella *Check List dei Funghi Italiani* evidenziando un numero di taxa pari a 1248, dato numerico che colloca la Sicilia tra le regioni d'Italia a più alto livello di diversità fungina (Onofri *et al.*, 2005).

Nell'ambito della suddetta biodiversità la componente dei funghi lignicoli assume un elevato valore tassonomico ed ambientale. Una prima sintesi dei dati relativi ai funghi che fruttificano sui substrati legnosi nel territorio siciliano, è stata pubblicata da Saitta *et al.* (2004) ed ha permesso di censire 209 taxa di cui 181 Basidiomiceti e 28 Ascomiceti. In particolare 139 funghi lignicoli sono stati rinvenuti su legno di leccio (*Quercus ilex* L.) e 81 su legno di faggio (*Fagus sylvatica* L.). Altri contributi hanno evidenziato la presenza di specie rare a livello regionale (Venturella *et al.*, 2006; 2007), mentre un ampio resoconto sull'ecologia e la distribuzione dei funghi lignicoli nella provincia di Palermo è stato fornito da Venturella *et al.* (2005).

Già in passato Keizer (1993) aveva messo in relazione la presenza ed il declino delle comunità fungine con diversi fattori antropici tra cui il governo del bosco. In particolare era stato evidenziato come il taglio degli alberi fosse causa di drastici cambiamenti del microclima e dello strato super-

ficiale del suolo, determinando un forte incremento della decomposizione dell'orizzonte organico.

I gestori delle Riserve e dei Parchi naturali di molti Paesi, europei ed extraeuropei, hanno quindi da tempo deciso di orientare gli interventi selvicolturali nelle formazioni forestali tenendo conto non soltanto dell'albero ma anche di tutte le altre componenti biotiche che ruotano intorno ad esso al fine di migliorare la produttività dell'ecosistema e proteggere il bosco da un possibile declino. Al contrario, nel nostro Paese, non sono stati ancora opportunamente valutati gli effetti del governo del bosco sulla presenza/assenza degli altri organismi che caratterizzano l'ecosistema forestale, inclusi i funghi.

Lo scopo del presente lavoro è quello di mettere in relazione la presenza e il ruolo delle specie fungine negli ecosistemi forestali della Sicilia, naturali ed artificiali, con la forma di governo del bosco fornendo spunti di riflessione sulla necessità di un approccio multidisciplinare a garanzia della salvaguardia di tutte le componenti che concorrono al mantenimento dell'equilibrio dell'ecosistema.

2. MATERIALI E METODI

Il censimento dei macromiceti viene effettuato utilizzando la metodologia concordata tra i componenti del Gruppo di Interesse Scientifico per la Micologia della Società Botanica Italiana.

In particolare, per ogni specie censita, viene compilata una scheda di rilevamento contenente informazioni sulla data e la località di raccolta, l'altitudine, l'esposizione, il tipo di suolo, l'habitat, il substrato, l'abbondanza dei basidiomi e degli ascomi ed eventuali ulteriori note con particolare riferimento al ruolo ecologico. Le raccolte sono effettuate con cadenza quindicinale ed i materiali di studio vengono determinati in laboratorio attraverso l'osservazione dei caratteri macroscopici e microscopici, l'uso di reagenti chimici e delle numerose monografie e chiavi analitiche disponibili in letteratura. Per gli scopi del presente lavoro sono stati presi in considerazione tutti

i funghi macroscopici, con basidioma ed ascoma di consistenza carnosa, gelatinosa, papiracea e legnosa, che colonizzano i fusti degli alberi in piedi, i tronchi, i rami di differenti dimensioni che si depositano sul terreno a seguito di cadute accidentali o di tagli, gli strobili, le ceppaie ed il legname in opera rappresentato principalmente da briglie di opere di sistemazione idraulico-forestale, recinzioni e vari assortimenti in legno compreso quelli utilizzati nelle aree attrezzate per la fruizione pubblica.

I tipi di vegetazione nei quali sono state effettuate le raccolte sono stati selezionati sulla base di quanto riportato in Raimondo (2000).

Per l'attribuzione del binomio e del trinomio scientifico sono state prese in considerazione le monografie di Arnolds *et al.* (1995) Jülich (1989), Ryvarden & Gilbertson (1993-1994), Breitenbach & Kränzlin (1986) e Bernicchia (2005) per le *Aphylophorales*, Moser (1980), Breitenbach & Kränzlin (1991, 1995), Courtecuisse & Duhem (1994) per le *Agaricales*, Hjortstam *et al.* (1987, 1988), Eriksson & Ryvarden (1973, 1975, 1976), Eriksson *et al.* (1978, 1981, 1984) per le *Corticaceae*, Dennis (1981), Breitenbach & Kränzlin (1981) per gli *Ascomycota*.

Per ogni specie censita è stata realizzata una diapositiva e preparato un *exsiccatum* da depositare presso l'*Herbarium Mediterraneum* (PAL).

3. DISCUSSIONE

Le molteplici relazioni tra gli organismi fungini e le piante forestali ed il loro livello di diversità vengono influenzati da vari fattori ambientali ed antropici. Notevole importanza assume, ad esempio, il tipo di gestione del bosco che influenza direttamente la dinamica delle cenosi fungine e la presenza/assenza delle singole entità. I tagli effettuati sulle piante causano dei drastici cambiamenti sul microclima e sugli orizzonti superiori del suolo. Le lavorazioni superficiali, le scarificazioni del terreno e la presenza di animali allo stato brado e semibrado contribuiscono ad accentuare i fenomeni di decomposizione dell'orizzonte umifero. Inoltre, tali fattori, unitamente all'asportazione di residui legnosi di varie dimensioni, provocano la scomparsa delle specie micorriziche e di alcuni funghi lignicoli che svolgono un ruolo fondamentale nella decomposizione della sostanza organica.

Il numero totale dei taxa censiti nel corso del nostro studio è pari a 282, di cui 244 Basidiomiceti e 38 Ascomiceti. Alla famiglia delle *Polyporaceae* s.l. afferiscono 85 taxa e 46 a quella delle *Corticaceae* s.l. Il numero più elevato di specie (Fig. 1) si riscontra nei boschi a prevalenza di leccio (185 taxa), nei boschi a prevalenza di caducifoglie termofile (161 taxa) e nei boschi di faggio (115 taxa). I valori di diversità più bassi si riscontrano nella vegetazione alveo-ripariale (17 taxa), nei boschi a *Pinus laricio* Poir. (15 taxa) e nei betuleti (10 taxa). Se un numero basso di funghi lignicoli può essere giustificato all'interno dei sistemi fluviali caratterizzati da pioppeti, saliceti e tamariceti, per la presenza di acqua per gran parte dell'anno, non può certamente esserlo all'interno dei betuleti e delle pinete a pino laricio. Gli scarsi dati riportati in letteratura (Napoli, 1993; Signorello, 1996) sulla distribuzione e l'ecologia dei funghi lignicoli in questi ecosistemi, che si riscontrano lungo le pendici

dell'Etna, sono invece da attribuire ad un'insufficiente esplorazione e/o a particolari condizioni climatiche verificatesi nei periodi di osservazione.

La percentuale di specie micorriziche, sul totale delle specie fungine, lignicole e non, presenti nei differenti ecosistemi forestali della Sicilia (Tab. 1) si attesta tra il 14.3% e il 48%, ovvero su un valore inferiore alla soglia del 50% definita da vari Autori quale soglia minima di presenza di specie simbiotici al di sotto della quale la formazione boschiva può ritenersi declinante. Le percentuali maggiori, a fronte di un numero complessivo di specie lignicole quasi equivalente, si riscontrano nei boschi a prevalenza di castagno (43.5%) e nei boschi a prevalenza di sughera (40.4%). In queste formazioni forestali la presenza di specie micorriziche sembra non essere influenzata dalla forma di governo, mentre elevato risulta il numero delle specie saprofiti su legno a causa della consistente quantità di materiale legnoso lasciato per terra a seguito delle operazioni di ceduzione e di decorticamento. Il dato più significativo ai fini della valutazione dell'influenza dalla forma di governo e dello stato fitosanitario sulla diversità delle specie lignicole emerge dai popolamenti forestali artificiali, all'interno dei quali si riscontra un numero di specie lignicole saprofiti pari al 90.7% e di specie parassite pari al 9.3% a fronte di una bassa percentuale di specie micorriziche (30.8%) sul totale delle specie fungine, lignicole e non, censite all'interno di questa formazione forestale. Ciò porta a ritenere che la presenza di specie esotiche, già di per sé condizionate nel loro ciclo vitale dall'introduzione in ambienti ecologicamente differenti da quelli di origine, determina un'alterazione dell'ecosistema forestale, esaltando la proliferazione di specie patogene, saprofiti e micorriziche, in alcuni casi aliene come nel caso del *Tricholoma tridentinum* Singer var. *cedretorum* M. Bon comparso per la prima volta, circa venti anni fa, nei boschi a *Cedrus atlantica* (Endl.) Carrière e *Cedrus deodara* (Roxb.) G. Don. Un valore elevato di specie parassite lignicole si riscontra anche nei boschi a rovere ed agrifoglio (32.5%) ma in questo caso tale valore trova giustificazione nella vetustà degli alberi che caratterizzano questa formazione forestale e nella sua naturale evoluzione, tanto è vero che nella stessa tipologia di bosco si riscontra uno tra i più alti valori di specie simbiotici (40%) a dimostrazione di un raggiunto equilibrio dell'ecosistema.

Le osservazioni effettuate negli ecosistemi forestali della Sicilia mettono in risalto la presenza di taxa lignicoli, non comuni o rari sul territorio italiano, meritevoli di salvaguardia. In particolare sulle ceppaie di leccio si osserva la presenza dei basidiomi di *Eichleriella deglubens* (Berk. & Br.) Lloyd, *Sarcodontia crocea* (Schwein.) Kotl. e *Kavinia himantia* (Schw.) J. Erikss., quest'ultima in grado di colonizzare anche le ceppaie di faggio.

Sui tronchi caduti a terra si riscontrano varie specie quali *Antrodia xantha* (Fr.) Ryvarden e *Coniophora fusispora* (Cooke & Ellis) Sacc., osservate nelle pinete a *Pinus pinea* L.; *Ceriporia viridans* (Berk. & Br.) Donk nei boschi ad *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.; *Mycoacia fuscoatra* (Fr.) Donk. nei querceti con presenza di *Quercus pubescens* s.l. e *Skeletocutis lenis* (P. Karst.) Niemelä nei frassineti a *Fraxinus angustifolia* Vahl.

Phellinus rimosus (Berk.) Pilát fruttifica sui tronchi di piante in piedi di roverella, mentre *Phellinus erectus* A.

David, Dequatre & Fiasson è stato osservato su ceppaie di eucalipto rostrato e sulle radici affioranti del leccio.

Trechispora fastidiosa (Pers.: Fr.) Liberta è stata rilevata su rami a terra di sughera mentre *Oligoporus mappa* (Overh. & J. Lowe) Gilb. & Ryvarden sembra prediligere i rami a terra di *Cupressus sempervirens* L. Sui residui corticali del cipresso è possibile osservare i tipici basidiomi resupinati di *Asterostroma cervicolor* (Berk. & M. A. Curtis) Masee. Sui rami delle piante di nocciolo non più coltivate si insedia *Phellinus pseudopunctatus* A. David, Dequatre & Fiasson, un attivo parassita necrotrofo.

La presenza di specie lignicole, la cui rarità è riconosciuta a livello europeo, mette in risalto il problema dell'asportazione della massa legnosa derivata dalle operazioni colturali. Tale pratica se da un lato consente di ripulire il sottobosco nell'ambito delle necessarie attività di prevenzione di incendio e di ordinaria gestione, dall'altro elimina i substrati idonei alla crescita dei funghi impedendo ad essi di portare a termine il loro ciclo vitale con conseguenze certamente negative sull'equilibrio dell'ecosistema forestale. Pertanto, sulla base delle ricerche sinora condotte sul territorio siciliano, si ritiene opportuno ribadire quanto affermato in vari contesti scientifici dal nostro gruppo di ricerca ovvero che la figura del micologo debba essere parte attiva nell'orientamento degli interventi di gestione selvicolturale.

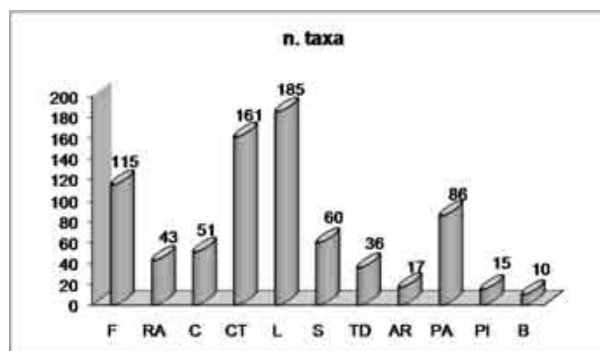


Figura 1. Numero di taxa per tipo di bosco. F = boschi di faggio, RA = boschi di rovere e agrifoglio, C = boschi a prevalenza di castagno, CT = boschi a prevalenza di querce caducifoglie termofile, L = boschi a prevalenza di leccio, S = boschi a prevalenza di sughera, TD = macchie, boscaglie e boschi termofili molto degradati, AR = vegetazione alveo-ripariale, PA = formazioni e popolamenti forestali artificiali, PI = boschi di pino laricio, B = boschi a betulla dell'Etna.

Figure 1. Number of taxa per type of wood. F = *Fagus sylvatica* woods, RA = *Quercus petraea* and *Ilex aquifolium* woods, C = *Castanea sativa* woods, CT = termophilous broad-leaved oaks woods, L = *Quercus ilex* woods, S = *Quercus suber* woods, TD = maquis, woodlands and declining termophilous woods, AR = river vegetation, PA = reforestations, PI = *Pinus laricio* woods, B = *Betula aetnensis* woods.

Figure 1. Nombre de taxa pour type de bois. F = bois de *Fagus sylvatica*, RA = bois de *Quercus petraea* et *Ilex aquifolium*, C = bois de *Castanea sativa*, CT = bois de chêne termophiles à feuilles caduques, L = bois de *Quercus ilex*, S = bois de *Quercus suber*, TD = maquis, garrigues et bois termophiles dégradés, AR = végétation fluviale, PA = reboisements, PI = bois de *Pinus laricio*, B = bois de *Betula aetnensis*.

Tipi di vegetazione	Forma di governo	Gestione selvicolturale	N° Specie lignicole	% Specie parassite	% Specie saprofite	% Specie simbiotici
boschi di faggio	ceduo	tagli di conversione	115	16.5%	83.5%	38.6%
	fustaia	---	115	16.5%	83.5%	38.6%
boschi di rovere e agrifoglio	fustaia	non trattati	43	32.5%	40.0%	40.0%
boschi a prevalenza di castagno	ceduo	taglio del ceduo	51	9.8%	91.2%	43.5%
	fustaia	non trattati	161	19.8%	80.2%	36.3%
boschi a prevalenza di querce caducifoglie termofile	ceduo	tagli di conversione	161	19.8%	80.2%	36.3%
	fustaia	non trattati	161	19.8%	80.2%	36.3%
boschi a prevalenza di leccio	ceduo	tagli del ceduo e di conversione	185	16.7%	83.3%	38.0%
boschi a prevalenza di sughera	fustaia	decortica	60	18.3%	81.7%	40.4%
macchie, boscaglie e boschi termofili molto degradati	---	---	36	22.2%	77.8%	34.5%
vegetazione alveo-ripariale	---	---	17	41.2%	58.8%	14.3%
formazioni e popolamenti forestali artificiali	fustaie	tagli di diradamento	86	9.3%	90.7%	30.8%
boschi a pino laricio	fustaie	tagli di diradamento	15	6.6%	93.4%	44.4%
boschi a betulla dell'Etna	fustaie	---	10	---	100%	48.0%

Tabella 1. Prospetto relativo al numero di specie lignicole presenti nei tipi di vegetazione del territorio siciliano in rapporto con le categorie ecologiche, le forme di governo e di gestione selvicolturale.

Table 1. Number of lignicolous fungi per type of vegetation in Sicily related to ecological categories and type of silvicultural management.

Tableau 1. Prospectus du nombre d'espèces fongiques lignicoles relative a les types de vegetation en Sicile en relation avec les catégories écologiques et la gestion sylvicolturale.

SUMMARY

THE EFFECTS OF SILVICULTURAL MANAGERMENTS ON THE DYNAMIC OF MYCOCOENOSSES

The forest ecosystems of Sicily are characterized by an high level of diversity. In particular, lignicolous fungi, pathogens and saprobes, are numerically well represented and play a

fundamental role colonizing different types of woody materials. The investigation in natural and artificial forest ecosystems were carried out according to the standard methodology proposed by the Working Group for Mycology of the Italian Botanical Society. In this paper the silvicultural management is correlated to the diversity of lignicolous fungi and the presence/absence of mycorrhizal fungi. In order to safeguard the role of fungi in forest ecosystems the need of a multidisciplinary approach in forest management is here pointed out.

RÉSUMÉ

LES EFFETS DES TRAITEMENTS SYLVICULTURALES SUR LA DYNAMIQUE DE CENOSSES FONGIQUES

Les écosystèmes forestiers de la Sicile sont caractérisés par un niveau élevé de diversité. En particulier les champignons lignicoles, agents phytopathogènes et saprophytes, sont numériquement bien représentés et jouent un rôle fondamental colonisant le type différent de bois. La recherche dans les écosystèmes forestiers naturels et artificiels, a été effectuée selon la méthodologie standard proposée par le Groupe de Travail pour la Mycologie de la Société Botanique Italienne. Dans cette étude, la diversité des champignons lignicoles est mis en relation avec la forme de gouvernement et de gestion sylviculaire. Il a également souligné l'influence de traitements sylviculaires sur la présence ou l'absence de champignons mycorhiziens. Il y a l'exigence d'une approche pluridisciplinaire dans les choix de gestion sylviculaire afin de préserver le rôle des organismes fongiques dans les écosystèmes forestiers.

BIBLIOGRAFIA

- Arnolds E., 1981 – *Ecology and coenology of macrofungi in grassland and moist heath-lands in Drenthe, Netherlands*. Bibliotheca Mycologica I (83).
- Arnolds E., Kuyper Th.W., Nooderloos M.E., 1995 – *Overzicht van de paddestoelen in Nederland*. Nederlandse Mycologische Vereniging.
- Bernicchia A., 2005 – *Polyporaceae s.l., fungi Europei vol. 10*. Edizioni Candusso, Alassio (SV) pp. 808.
- Breitenbach J., Kränzlin F., 1981 – *Champignons de Suisse 1. Les Ascomycètes*. Ed. Mykologia, Lucerne.
- Breitenbach J., Kränzlin F., 1986 – *Champignons de Suisse 2. Champignons sans lames. Hétérobasidiomycètes, Aphyllophorales, Gastéromycètes*. Ed. Mykologia, Lucerne.
- Breitenbach J., Kränzlin F., 1991 – *Champignons de Suisse 3. Bolets et champignons à lames. 1^{ère} partie. Strobilomycetaceae et Boletaceae, Paxillaceae, Gomphidiaceae, Hygrophoraceae, Tricholomataceae, Polyporaceae (lamellées)*. Ed. Mykologia, Lucerne.
- Breitenbach J., Kränzlin F., 1995 – *Champignons de Suisse 4. Champignons à lames. 2^{ème} partie. Entolomataceae, Pluteaceae, Amanitaceae, Agaricaceae, Coprinaceae, Bolbitiaceae, Strophariaceae*. Ed. Mykologia, Lucerne.
- Courtecuisse R., Duhem B., 1994 – *Guide des champignons de France et d'Europe*. Delachaux & Niestlé. Ed. Lausanne, pp. 480.
- Dennis R.W.G., 1981 – *British Ascomycetes*. J. Cramer, Vaduz.
- Eriksson J., Ryvarden L., 1973 – *The Corticiaceae of North Europe*. Vols. 2, Fungiflora, Oslo, Norway.
- Eriksson J., Ryvarden L., 1975 – *The Corticiaceae of North Europe*. Vols. 3, Fungiflora, Oslo, Norway.
- Eriksson J., Ryvarden L., 1976 – *The Corticiaceae of North Europe*. Vols. 4, Fungiflora, Oslo, Norway.
- Eriksson J., Hjortstam K., Ryvarden L., 1978 – *The Corticiaceae of North Europe*. Vols. 5, Fungiflora, Oslo, Norway.
- Eriksson J., Hjortstam K., Ryvarden L., 1981 – *The Corticiaceae of North Europe*. Vols. 6, Fungiflora, Oslo, Norway.
- Eriksson J., Hjortstam K., Ryvarden L., 1984 – *The Corticiaceae of North Europe*. Vols. 7, Fungiflora, Oslo, Norway.
- Hjortstam K., Larsson K.H., Ryvarden L., 1987 – *The Corticiaceae of North Europe. Introduction and keys*. Vol. 1. Fungiflora, Oslo Norway.
- Hjortstam K., Larsson K.H., Ryvarden L., 1988 – *The Corticiaceae of North Europe*. Vol. 8: 1450-1631. Fungiflora, Oslo, Norway.
- Julich W., 1989 – *Guida alla determinazione dei funghi*, 2. Saturnia, Trento, pp. 597.
- Keizer P.J., 1993 – *The influence of nature management on the macromycetes flora*. In Pegler D.N., Boddy L., Ing B. & Kirk P.M. (eds.) *Fungi of Europe: Investigation, Recording and Conservation*, p. 251-269. Royal Botanic Gardens, Kew.
- Moser M., 1980 – *Guida alla determinazione dei funghi*, 1. Saturnia, Trento, pp. 565.
- Napoli M., 1993 – *Ricerche micocenologiche in betuleti dell'Etna*. Micologia e Vegetazione Mediterranea, VII (2): 113-124.
- Onofri S., Bernicchia A., Filipello Marchisio V., Padovan F., Perini C., Ripa C., Salerno E., Savino E., Venturella G., Vizzini A., Zotti M., Zucconi L., 2005 – *Check-list dei funghi italiani, Parte I, Basidiomycetes, Basidiomycota*. Carlo Delfino Editore, Sassari pp. 380.
- Raimondo F. M., 2000 – *Carta del paesaggio e della biodiversità vegetale della provincia di Palermo*. Quaderni di Botanica Ambientale e Applicata, 9 (1998): 3-160.
- Ryvarden L., Gilbertson R.L., 1993-1994 – *European Polypores. Synopsis fungorum 6-7*. Fungiflora, Oslo (Norway), pp. 743.
- Saitta A., Bernicchia A., Venturella G., 2004 – *Contributo alla conoscenza dei funghi lignicoli della Sicilia*. Informatore Botanico Italiano, 36 (1): 192-202.
- Signorello P., 1996 – *Indagini micocenologiche sui boschi a Pinus laricio Poir. dell'Etna*. Micologia e Vegetazione Mediterranea, XI (1): 24-30.
- Venturella G., 1992 – *Progetto per una banca dati sulla micoflora siciliana*. Quaderni di Botanica Ambientale e Applicata, 2 (1991): 107-110.
- Venturella G., Saitta A., Tamburello M., 2005 – *La biodiversità fungina della provincia di Palermo (Sicilia): I. Dati ecologici e distributivi, II. Carte di distribuzione*. Ispes Archimede, Palermo, pp. 247.
- Venturella G., Bernicchia A., Saitta A., 2006 – *Three rare lignicolous fungi from Sicily (southern Italy)*. Acta Mycologica, 41 (1): 95-98.
- Venturella G., Bernicchia A., Saitta A., 2007 – *Contribution to the knowledge of diversity and distribution of lignicolous fungi from Sicily (Southern Italy)*. Bocconea, 21: 291-295.

SESSIONE 2

SELVICOLTURA: INCENDI PASCOLO

Coordinatori

Giovanni Bovio
Enrico Marchi

Chairman

Fausto Martinelli

INCENDI BOSCHIVI: ATTUALITÀ E PROSPETTIVE

(*) Dipartimento di Agronomia, Selvicoltura e Gestione del Territorio, Università degli Studi di Torino

Si trattano le attuali problematiche degli incendi boschivi con particolare riferimento agli interventi più rapportati alla selvicoltura. Ci si sofferma sulla ricostituzione dei boschi danneggiati dal fuoco evidenziando sia le funzioni di ricupero del trauma sia quelle di prevenzione. Si sottolinea l'importanza di intervenire sulle aree di interfaccia urbano - foresta. Si analizza il fuoco prescritto in Italia dove vi sono sperimentazioni ma non si applica operativamente questa tecnica che potrebbe risolvere molti problemi di prevenzione.

Parole chiave: incendi boschivi, ricostituzione, fuoco prescritto.

Key words: forest fire, restoration, prescribed burning.

Mots clés: feu de forêt, recuperation, brulage dirigé.

1. INTRODUZIONE E SCOPO

Si vogliono individuare le principali problematiche degli incendi boschivi riscontrate recentemente. Rispetto alla situazione già descritta in letteratura (Bovio, 2004) si darà particolare risalto agli aspetti più collegati alla selvicoltura. Verranno individuati settori in cui si ritiene prioritario intervenire.

Si premette che per realizzare qualsiasi intervento di contrasto al fuoco è necessario percepirne correttamente l'andamento e la gravità basandosi su un'analisi di adeguata estensione temporale. Questi aspetti si possono valutare solo con osservazioni su lungo periodo. Rafforzano quanto affermato i dati che seguono.

Nei decenni 2007 - 1998; 1997 - 1988; 1987 - 1978 si osserva, in Italia, un numero di incendi medio annuo rispettivamente di 7.700; 11.840; 11.380. Negli stessi periodi la superficie percorsa media annua è stata rispettivamente di 92.570 ha; 124.050 ha; 143.070 ha. Si evidenzia una tendenza alla diminuzione della diffusibilità degli incendi nonostante un lieve aumento del loro numero nel decennio intermedio.

Non ci si deve basare su anni eccezionali, come il 2007 in cui la superficie media per incendio raggiungeva 21,3 ha (seconda solo a 26,7 ha del 1983). Sottolinea l'opportunità di non riferirsi a questo valore massimo il fatto che si sia verificato solo due anni dal minimo della serie storica (1970 - 2007), verificatosi nel 2005 quando la superficie media per incendio era di 6 ha.

I giudizi tratti su breve periodo, soprattutto se con eccezionali condizioni meteorologiche, sono spesso fuorvianti tanto da condurre a convinzioni erranee.

Considerare questi aspetti è importante soprattutto per i provvedimenti antincendi legati alla selvicoltura che investono tempi lunghi e sono incompatibili con interpretazioni non adeguate al tempo necessario per lo sviluppo del bosco. Le proposte che seguiranno sono elaborate valutando l'andamento degli incendi su periodo lungo.

2. EVOLUZIONI E PROBLEMATICHE

Nei piani antincendi realizzati dalle Regioni (L. 353/2000) si osservano recenti evoluzioni, soprattutto nell'analisi del rischio che viene condotta con sempre maggiore dettaglio. Si è anche fatto riferimento ai tipi forestali per descrivere i combustibili.

Questo approccio caratterizza piani in corso di elaborazione in cui il rischio viene inteso come espressione congiunta delle componenti di pericolo e di vulnerabilità (Spread Project, 2002-2004). In questo contesto, il pericolo esprime la probabilità che si verifichi un incendio ed è definito da due componenti: la probabilità di innesco e la probabilità di propagazione nello spazio e nel tempo. Si determina su celle di 50 m di lato (Marzano *et al.*, 2008). La vulnerabilità, esprime gli effetti potenziali del passaggio del fuoco sia di tipo ecologico, sia economico ed è analizzata su unità territoriali di superficie media di 600 ha. L'analisi su aree così ristrette evidenzia un'evoluzione rispetto ad altri piani, anche recenti, e sottolinea il divario tra l'impostazione attuale e quella prevalentemente statistica tipica dei piani del passato (Regione Piemonte, 1977). Nei piani, oltre ad evoluzioni, si riscontrano anche delle carenze.

L'esperienza degli interventi aerei per l'estinzione evidenzia la necessità di individuare ulteriori fonti di approvvigionamento idrico, sia in relazione alle caratteristiche degli aeromobili sia all'orografia ma soprattutto in funzione della distribuzione del bosco e delle sue caratteristiche.

Si evidenziano anche difficoltà nelle operazioni di spegnimento in particolare nelle zone di interfaccia urbano-foresta e la necessità di chiarezza delle competenze delle differenti amministrazioni che devono intervenire. Per sopperire a queste difficoltà un recente accordo ministeriale (Ministeri dell'Interno e MIPAF, 2008) chiarisce le competenze di intervento. Conseguendo a detto accordo la sempre maggiore necessità di conoscere sia le caratteristiche del bosco sia tipo e collocazione degli interventi di prevenzione selvicolturale per informare correttamente forze di amministrazioni diverse che lavorano sullo stesso scenario operativo.

Un'altra carenza, generalmente sentita, è relativa alla valutazione dei danni da incendio. Si può ottenere con apposite metodologie (Ciancio *et al.*, 2007) soprattutto partendo dall'analisi delle conseguenze ambientali (Bovio, 2007) per procedere poi alla valutazione economica.

Inoltre, essendo note le conseguenze negative del passaggio del fuoco sull'idrologia e sull'erosione del suolo (Iovino, 2007) si evidenzia l'esigenza di diversificare le aree descritte per livelli di rischio in funzione dei problemi idrogeologici e di desertificazione. Essa in questo contesto si configura come perdita della produzione forestale eco-

nomicamente o ecologicamente sostenibile (Costantini *et al.*, 2007). Si dovranno quindi considerare in rapporto al passaggio del fuoco non solo le aree sterili, ma anche quelle che pur non essendolo ancora sono in corso di degradazione e ancora quelle che potrebbero evolvere verso la sterilità se le condizioni di equilibrio venissero perturbate.

3. PROSPETTIVE DI MIGLIORAMENTO

Dalle esperienze acquisite nella lotta agli incendi emergono numerosi aspetti strettamente legati alla selvicoltura. Ci si soffermerà su quelli ritenuti più importanti: ricostituzione dei boschi danneggiati; gestione forestale in zone di interfaccia e fuoco prescritto con finalità preventive.

3.1 Ricostituzione

Dopo il passaggio del fuoco la copertura forestale danneggiata tende ad avviare una ricostituzione spontanea. Durante questo processo, per tempi spesso lunghi, permane elevata la probabilità di diffusione di fronti di fiamma.

Nonostante sia importante, la ricostituzione artificiale dei boschi danneggiati dal fuoco è scarsamente attuata per motivi economici e per la difficoltà di valutare il danno. Esso può essere definito in vari modi, tuttavia, si sottolinea come l'ipotesi fondamentale sia quella della corrispondenza tra l'intensità del fronte di fiamma e le conseguenze ambientali (Bovio, 2007). Deve anche essere considerata la dimensione dell'incendio e la zona in cui si verifica. Infatti a parità di altre condizioni il danno è più che proporzionale all'area percorsa. Quindi è prioritario fare la ricostituzione dopo incendi vasti. Ciò vale anche se si realizzano interventi limitati ad una parte delle aree danneggiate.

La ricostituzione deve fare tendere il bosco ad una maggiore resistenza o resilienza al fuoco. Inoltre, deve anche avere valenza di prevenzione quindi garantire che con elevata probabilità non si verificheranno più altri incendi. L'intervento da effettuare è assai delicato. Talvolta nella ricostituzione di boschi di conifere si sono impiegate delle latifoglie per assicurare il ricaccio in caso di ripercorrenza di incendio. Spesso però con insuccesso poiché molte latifoglie sono in difficoltà nelle condizioni ambientali conseguenti ad incendi severi. In molti casi, taglio e asportazione delle piante morte sono discutibili e possono essere giustificati solo per l'aspetto paesaggistico. A volte l'eliminazione degli alberi morti per ustione non favorisce la rinnovazione spontanea che si giova della copertura di piante morte in piedi. Spesso la rinnovazione si è dimostrata più abbondante dove non si è fatto alcun intervento. Nella ricostituzione, dopo incendi intensi, di pinete di pino silvestre in ambiente alpino, la rinnovazione naturale, in zone non trattate, ha raggiunto valori più elevati di quella dove si sono fatti interventi. Inoltre si nota una tendenza della rinnovazione libera a formare dei gruppi. Talvolta alcune specie colonizzatrici, come il pioppo tremulo, prevalgono rispetto alla copertura originaria. Dove non è realizzata la rinnovazione artificiale si afferma quella naturale soprattutto attorno a residui portaseme. Negli incendi di chioma con comportamento pulsante spesso rimangono delle zone in cui il fuoco risparmia porzioni di bosco che rimangono intatte. Da esse può essere convenientemente iniziata la ricostituzione attiva o artificiale.

Questi fatti suggeriscono interventi rispettosi dell'evolu-

zione naturale, capaci di assecondare da un lato la successione secondaria e dall'altro contenere i costi.

Rispettare l'evoluzione naturale concentrandosi in zone, differenziate rispetto al danno e il favorire le piante nate da seme permette di evitare interventi più estensivi e più traumatici. Questi aspetti evidenziano come la ricostituzione imponga una delicata analisi dell'ambiente. Ulteriori problemi derivano anche dalle disposizioni di legge che nelle aree bruciate, per cinque anni, vietano rimboschimento e ingegneria ambientale sostenuti con risorse finanziarie pubbliche (L. 353/2000 art.10). Questa regola, eccessivamente restrittiva, impedisce di collocare correttamente la ricostituzione nel tempo. Infatti, se è necessario valutare sia l'effettiva mortalità delle piante sia la ripresa della rinnovazione, per contro non si deve attendere troppo. L'intervento al tempo giusto favorisce la successione secondaria, quello in ritardo la disturba.

3.2 Interfaccia urbano-foresta

L'interfaccia urbano-foresta è il luogo dove l'area naturale e quella urbana, si incontrano. Si tratta di ambienti molto aumentati negli ultimi decenni e assai spesso colpiti dagli incendi boschivi. Diviene quindi fondamentale gestire la zona boscata prossima agli insediamenti abitativi, ed in particolare il cosiddetto spazio difensivo, che è compreso tra una costruzione e la vegetazione boschiva limitrofa. Qui la selvicoltura preventiva, può minimizzare la pericolosità di incendio per la cui valutazione sono disponibili strumenti come il metodo I.P.S.I. (Indice di Pericolosità Specifica in area di Interfaccia) adatto alla valutazione dello spazio difensivo e dell'immediato intorno (Bovio *et al.*, 2002a).

Vi sono disposizioni in ambito della protezione civile (Presidenza Consiglio Ministri, 2007) che distinguono varie tipologie di interfaccia e relativi interventi. Si tratta di provvedimenti che, se pur opportuni, non prevedono valutazioni dello stato del bosco e il ricorso alla selvicoltura preventiva che può variare i modelli di combustibile cui corrispondono differenti intensità del fronte di fiamma. Non si prevedono operazioni selvicolturali. Esse sarebbero necessarie per variare la resistenza alla propagazione del fuoco e una maggiore percorribilità da parte delle squadre di estinzione (Iovino *et al.*, 2005).

Il trascurare questi aspetti evidenzia l'impostazione della lotta antincendi basata solo sull'estinzione trascurando erroneamente ogni forma di prevenzione selvicolturale.

Sta nascendo un approccio concettuale nuovo nella materia antincendi boschivi. Infatti per grande parte del territorio italiano la natura distinta da insediamenti abitativi non può essere più concepita. Contestualmente non possono essere adottate in ambito forestale modalità di intervento adatte alla realtà urbana. La concezione dello storico greco Strabone che, nel I secolo a.C., sosteneva che la città è lo strumento per governare *il maggior numero di uomini con il minore numero di uomini* è rimasta attuale fino a tempi assai recenti ed è stata sottolineata dall'esodo rurale e dalla spinta all'urbanesimo. Ora si verifica una tendenza opposta. Diminuisce il dualismo tra natura naturale e natura costruita e nasce un nuovo modo di percepire l'ambiente.

Questa evoluzione, strettamente collegata alla qualità della vita, fa nascere anche nuovi contrasti. Nell'interfaccia il bosco e gli insediamenti abitativi rappresentano reciprocamente occasione di incendio. Questa moderna simbiosi

deve fare accettare che in futuro gli insediamenti e il bosco siano sempre più prossimi tra loro, e fare maturare la mentalità della gestione della foresta e non della sua insostenibile trasformazione.

3.3 Fuoco prescritto

Il fuoco prescritto è di estremo interesse soprattutto per fini preventivi. Si attua applicando fronti di fiamma per ridurre parte della biomassa che potrebbe essere consumata in un incendio, realizzando una prevenzione ecologicamente sana, mai dannosa all'ambiente. Una vastissima bibliografia ne descrive gli effetti su vegetazione, suolo, fauna, atmosfera. Le preoccupazioni relative ai danni originati dal fuoco prescritto non sono fondate e non devono essere confuse con le conseguenze che potrebbero avere fronti di fiamma non gestiti.

In Italia vi sono sperimentazioni sul fuoco prescritto (Ascoli e Bovio, 2008) ma a livello operativo vi è scarsa applicazione. Il fatto che molti tecnici non siano ancora convinti di questa valida forma di prevenzione emerge dagli stessi termini con i quali la si indica. Infatti, si usa spesso l'espressione fuoco controllato dando un significato analogo a quello di fuoco prescritto. Però si esprimono concetti differenti. Infatti, l'aggettivo "controllato" porta con sé il concetto di dominare costantemente il fronte di fiamma occupandosi solo della sicurezza delle operazioni. L'espressione fuoco prescritto invece sottolinea come l'applicazione del fronte di fiamma sia strettamente legata ad una specifica prescrizione. Il fuoco sarà quindi prescritto in tutte le sue modalità dal tecnico forestale che valuterà sia gli aspetti ecologici sia quelli della sicurezza.

Una differenza terminologica analoga, spiegabile nella stessa maniera, si riscontra anche in altri paesi europei. In Spagna le due espressioni suddette si ritrovano indicate con *quema controlada* e *fuego prescritto*.

In Francia, dove oggi si attua annualmente su oltre 4000 ha, in un'apposita indagine finalizzata alla protezione delle pinete nel 1869 si proponeva l'applicazione del fuoco discendente e contro vento, ogni 3 - 5 anni in soprassuoli di 15 - 20 anni. Questa tecnica era chiamata "piccolo fuoco d'inverno". Successivamente si impiegò il termine *ecobuage*, oggi meno diffuso perché esprimeva un significato negativo. Poi ancora si diffuse l'espressione di *brulage controlé* con una connotazione assolutamente analoga all'italiano fuoco controllato. Attualmente si usa il termine di *brulage dirigé* che lascia intendere il concetto che il fronte di fiamma debba essere diretto dal forestale non solo in sicurezza ma nell'assoluta consapevolezza dei rapporti che intercorrono tra fuoco e ambiente (Valette, 1988).

La variabilità di termini impiegati evidenzia come siano attribuiti differenti significati. Tra essi si deve cogliere il senso corretto. L'uso della terminologia appropriata ne evidenzia la comprensione.

Questa tecnica ha origini lontane.

Per le pinete del Portogallo, Varnhagen (1836) indica "... c'è un modo sicuro di impedire che il fuoco sia distruttivo in estate. Nei giorni secchi d'inverno, occorre bruciare la lettiera tra i pini. Il fuoco brucerà la lettiera senza influire sulle radici. Ripetendo quest'operazione tutti gli inverni in pineta mai si corre il rischio di perderla per incendio in estate, quando il fuoco attacca le radici ...".

Negli Stati Uniti fin dal 1943 il fuoco prescritto è stato

autorizzato dal servizio forestale e da allora si è diffuso sempre più. Oggi è applicato in vari paesi europei. In Italia è permesso da leggi regionali solo in Piemonte, in Liguria e in Basilicata. In altre Regioni sono previste applicazioni nei Piani Antincendi o nelle Prescrizioni di Massima e di Polizia Forestale. Si evidenzia come le possibilità e le modalità di attuare il fuoco prescritto siano assai variabili da una Regione all'altra.

La generale scarsa diffusione di questa tecnica è soprattutto dovuta alla mancanza di conoscenza ed alla convinzione che il fuoco nel bosco sia sempre dannoso. Questa convinzione si riflette anche nelle disposizioni che lo vietano. Ciò porta con sé che gli stessi operatori che potrebbero applicare il fuoco prescritto, per non commettere infrazioni lo evitano.

Una maggiore conoscenza potrebbe portare alla diffusione di questa tecnica. Pertanto si ritiene necessario migliorare la formazione anche se le modalità applicative sono note (Bovio, 2008). Però devono essere coinvolti tutti gli operatori. Infatti per gli incaricati della prevenzione il fuoco prescritto apre possibilità notevoli di gestione che con le tecniche tradizionali avrebbero costi troppo elevati. Per gli addetti all'estinzione le applicazioni di fronti di fiamma che, prima dell'applicazione devono essere progettati sia per comportamento sia per conseguenze, rappresenta un'occasione di conoscenza e di allenamento di grande interesse.

Si ritiene che le considerazioni esposte evidenzino come il fuoco prescritto sia sempre più confacente con gli scenari futuri. Infatti, sempre più diffusi sono i boschi di neoforestazione e le zone di interfaccia urbano - foresta. La gestione di questi ambienti richiede il ricorso a tecniche che pur nel rispetto dell'ambiente abbiano costi bassi.

4. CONCLUSIONI

Negli ultimi anni si sono verificate evoluzioni importanti in materia di protezione dagli incendi boschivi. La maggioranza delle Regioni ha realizzato i piani previsti dalla Legge 353/2000. In essi si constata un'evoluzione tendente all'analisi di dettaglio delle situazioni di rischio. Ciò è reso possibile dalla maggiore disponibilità di informazioni rispetto al passato, quando la pianificazione contro gli incendi boschivi si basava sull'analisi di serie storiche per lo più riferite a zone amministrative.

Spesso questi miglioramenti non sono affiancati da un'adeguata prevenzione mentre si tende ancora fortemente a sottolineare gli aspetti di protezione civile e di estinzione. Spesso le stesse disposizioni dettano norme restrittive formulate con la convinzione di contribuire a contenere le cause di incendio. Si ritiene che debba essere dato sempre più spazio alla prevenzione e alla selvicoltura realizzando condizioni affinché il bosco e lo spazio rurale in genere siano meno percorribili dal fuoco anche ricorrendo alla ricostituzione dei boschi danneggiati. La prevenzione selvicolturale in zone di interfaccia e l'applicazione del fuoco prescritto sono le attività sulle quali fare affidamento per migliorare l'efficacia della lotta al fuoco.

Selvicoltura e prevenzione degli incendi, quindi, significa curare il bosco. Essendo convinti che sia un bene con cui si sarà sempre più a contatto, come dimostra l'espansione dell'interfaccia e che sia insostituibile per migliorare la qualità della vita.

SUMMARY

FOREST FIRES: ACTUALITY AND PROSPECTS

In the present work contemporary issues about wildland fire with respect to silviculture are discussed. In particular the post-fire restoration of damaged forests, the management of wildland-urban interface and experimental prescribed burning for fire prevention in Italy are deepened.

RÉSUMÉ

FEU DE FORÊT: ACTUALITÉ ET PERSPECTIVES

Ces travaux portent un intérêt aux problématiques actuelles des incendies de forêt en donnant une particulière attention aux interventions concernant la sylviculture.

Nous nous arrêtons sur la reconstitution des bois endommagés par le feu en mettant en évidence les fonctions tant de récupération du trauma que de prévention. Nous soulignons l'importance d'intervenir sur les aires d'interfaces urban- forêt. On analyse le brûlage dirigé en Italie où sont réalisées des expérimentations mais où cette technique, qui pourrait résoudre de nombreux problèmes de prévention, n'est pas activement appliquée.

BIBLIOGRAFIA

- Ascoli D., Bovio G., 2008 - *Il fuoco prescritto in Italia e l'esperienza in Piemonte*. In: Atti del Terzo Congresso Nazionale di Selvicoltura, Taormina. Accademia Italiana di Scienze Forestali.
- Ascoli D., Marzano R., Bovio G., 2006 - *Experimental fires for heather moorland management in North-Western Italy*. V International Conference on Forest Fire Research D. X. Viegas (Ed.), 2006.
- Ascoli D., Marzano R., Beghin R., Bovio G., 2007 - *The need for a prescribed burning expertise in Italy: North-Western moorlands conservation management by fire*. 4th International Wildland Fire Conference 2007. Siviglia.
- Bovio G., 2004 - *L'attualità della lotta agli incendi boschivi e recenti evoluzioni della pianificazione*. Selvicoltura: A Che Punto Siamo? Riflessioni Cinque Anni Dopo Il II Congresso Di Venezia E Prospettive Per Il III Congresso Del 2008. Osservatorio Foreste E Ambiente; AISF; CFS; 169-180.
- Bovio G., 2007 - *Metodo degli effetti riscontrabili per la determinazione del livello di danneggiamento conseguente a incendi forestali*. In Ciancio ed al. (Curatori) Valutazione Dei Danni Da Incendi Boschivi. AISF, CFS, Pp.85-95.
- Bovio G., 2008 - *Fuoco prescritto*. In: Leone V., Bovio G., Cesti G., Lovreglio R., Il direttore delle operazioni di spegnimento degli incendi boschivi: manuale tecnico. MIPAF, CFS, Università Della Basilicata, Pp. 223-248.
- Bovio G., Camia A., Marzano R., 2002a - *Metodi di indagine a scala regionale e locale*. Incendi boschivi in interfaccia urbano-foresta. Linea Ecologica, 34, 2,: 34-41.
- Bovio G., Camia A., Marzano R., 2002b - *Gli incendi boschivi nelle aree a rischio di desertificazione: analisi a scala regionale*. L'Italia Forestale e Montana, 57, 3: 208-224.
- Ciancio O., Corona P., Marinelli M., Pettenella D. (Curatori), 2007 - *Valutazione dei danni da incendi boschivi*. AISF-CFS. Pp 127.
- Costantini E.A.C., Urbano F., Bonati G., Nino P., Fraiss A. (Curatori), 2007 - *Atlante nazionale delle aree a rischio di desertificazione*. INEA, Roma. Pp. 108.
- EUFIRELAB Project (Euro-Mediterranean Wildland Fire Laboratory. *A wall-less laboratory for wildland fire sciences and technologies*. In: The Euro-Mediterranean Region). European Commission DG-RES. Energy environment and sustainable development programme. (Contract N. EVR1-CT-2002-40028).
- Iovino F., Menguzzato G., Nocentini S., 2005 - *Forest fire management in Italy and in the mediterranean basin. Italian cooperation days*. International Symposium on forest fires. Experience from the Italian cooperation. Prevention and active fight in the Mediterranean. Reggio Calabria, Italy. Regione Calabria, Nucleo di Ricerca sulla Desertificazione, Università di Sassari. [Http://Nrd.Uniss.It](http://Nrd.Uniss.It).
- Iovino F., 2007 - *Analisi dell'uso del suolo e linee operative di gestione forestale sostenibile per mitigare la vulnerabilità del territorio di Pizzo d'Alvano (Campania)*. Quaderni CAMILAB, 2, 2.
- Leone V., Bovio G., Cesti G., Lovreglio R., 2008 - *Il direttore delle operazioni di spegnimento degli incendi boschivi: manuale tecnico*. MIPAF, CFS, Università della Basilicata, Pp. 510.
- Marzano R., Ceccato R., Wolynski A., Bovio G., 2008 - *La pianificazione antincendi boschivi nella provincia autonoma di trento: nuovi approcci e sinergie*. In: Atti del Terzo Congresso Nazionale di Selvicoltura, Taormina. Accademia Italiana di Scienze Forestali.
- Ministero dell'Interno E MIPAF, 2008 - *Lotta attiva incendi boschivi*. Accordo Quadro, Ministero dell'interno - Dipartimento dei Vigili del Fuoco del soccorso pubblico e della difesa civile e Ministero delle Politiche Agricole Alimentarie Forestali, Corpo Forestale dello Stato.
- Presidenza Del Consiglio Dei Ministri, 2007 - *Manuale operativo per la predisposizione di un piano comunale o intercomunale di protezione civile*. O.P.C.M. 28 Agosto 2007, N. 3606.
- SPREAD Project, 2002-2004 (Forest Fire Spread Prevention And Mitigation), European Commission DG-RES. *Energy environment and sustainable development programme*. (Contract N. EVG1-CT-2001-00043).
- Regione Piemonte, 1977 - *Piano regionale per la difesa del patrimonio boschivo dagli incendi*. Ispettorato Regionale delle Foreste Torino. Pp 60. Decreto Ministero Agricoltura e Foreste del 15 Maggio 1977.
- Valette J.C., 1998 - *Le types de feu contrôlés. Atelier international sur le brûlage contrôlé*. I.N.R.A., Avignon.
- Varnhagen F.L.G., 1836 - *Manual de instruções praticas sobre a sementeira, cultura e corte dos pinheiros, e conservação da madeira dos mesmos; indicando-se os methodos mais propios para o clima de Portugal*. Escrito por ordem do Ministerio dos Negocios da Marinha e Ultramar. Lisbona Typografia da Accademia.

APPROCCIO INTEGRATO ALLA DIFESA DAGLI INCENDI

(*) Dipartimento di Scienze e Tecnologie Ambientali Forestali, Università degli Studi di Firenze

Gli incendi boschivi sono un problema complesso che risente dei cambiamenti in atto a livello globale. Malgrado gli sforzi profusi, gli incendi boschivi continuano a ripresentarsi annualmente in tutta la loro drammaticità, evidenziando la necessità di sviluppare un nuovo approccio alla problematica incentrato su una visione globale della “questione” incendi. In questo lavoro si analizzano i fattori predisponenti, determinanti e le azioni di contrasto in uso in Italia, al fine di delineare un approccio integrato per la difesa, che comprenda una migliore pianificazione delle infrastrutture e delle risorse. Un tale approccio può consentire di dimensionare e consolidare l'apparato di difesa sulla base di precisi obiettivi e di investire in modo più deciso e continuo in selvicoltura, con effetti più vasti e sostenibili. Infine si analizza il problema delle emissioni causate dagli incendi e dai mezzi di estinzione, sottolineando il possibile ruolo della selvicoltura, non solo come attività di prevenzione ma anche per il contenimento delle emissioni inquinanti.

Parole chiave: incendi boschivi, difficoltà operative, emissioni inquinanti, prevenzione.

Key words: forest fire, operational difficulty, pollutant emission, prevention.

Mots clés: feux des forêts, difficultés opératives, émissions polluantes, prévention.

1. INTRODUZIONE

Anche se per alcune formazioni forestali il fuoco rappresenta un fattore ecologico riconosciuto, talvolta necessario alla perpetuazione del bosco ed alla conservazione della biodiversità, l'aggravamento del fenomeno, in termini di frequenza e intensità degli eventi, e l'origine prevalentemente antropica, lo hanno reso uno dei principali fattori di degradazione dei soprassuoli forestali (Zanzi Sulli, 1987; Maetzke, 2005). Gli incendi boschivi costituiscono una delle principali minacce per le foreste in vaste aree del pianeta. A livello europeo la zona maggiormente interessata dagli incendi boschivi è quella mediterranea che comprende Portogallo, Spagna, Italia, Grecia e l'area mediterranea della Francia (Corsica, Provenza, Alpi, Costa Azzurra, Linguadoca, Roussillon, Rhone, Alpi).

Dall'analisi dei dati statistici (European Commission, 2007; Direcção-Geral dos Recursos Florestais, 2008; Corpo Forestale dello Stato, 2008; Ministero de medio ambiente, 2008; Promethee Database, <http://www.promethee.com>) dal 1997 al 2006 si evidenzia che gli oltre 60.000 incendi l'anno, corrispondenti a 5,3 incendi ogni 100 km², hanno percorso una superficie media annua totale di circa 427.000 ettari, pari a 37 ettari ogni 100 km². Rispetto alla decade precedente, il numero di incendi ha quindi subito un incremento del 22% circa, ma al tempo stesso la superficie percorsa si è ridotta del 13% circa.

Portogallo, Spagna e Italia sono i paesi che hanno fatto registrare il maggior numero di incendi e le superfici percorse più estese (Tabelle 1 e 2). Escludendo il Portogallo, che rispetto al decennio precedente ha fatto registrare un aumento della superficie totale percorsa (STP) di oltre il 60%, l'Italia si trova al primo posto in termini di riduzione di STP con il 35% circa. Diversamente da Grecia, Portogallo e Spagna, dove alle variazioni di STP corrisponde un aumento del numero di incendi, in Italia il numero di incendi si è ridotto del 34% circa. È tuttavia opportuno ricordare che tali variazioni a livello statistico nazionale sono influenzate anche dalle variazioni dei criteri di raccolta dei

dati introdotte a partire dal 1997 (Saragosa *et al.*, 2004). Pur considerando questo aspetto, l'effetto del potenziamento delle strutture e dei mezzi di estinzione, sia a livello regionale sia nazionale, ha permesso di contenere e ridurre i danni in annate particolarmente difficili sotto l'aspetto climatico-meteorologico. Per esempio, gli aeromobili schierati dal COAU sul territorio nazionale nel periodo estivo sono passati da 26 nel 1997 (Corpo Forestale dello Stato, 2003) a 36 nel 2008 (Scolaro, 2008) e gli elicotteri utilizzati dalla Regione Toscana sono passati da 5 a 10 nel 2001 (Marchi *et al.*, in stampa).

Il fenomeno continua quindi a rappresentare una seria minaccia al bosco, alle infrastrutture ed alla popolazione sotto forma di grandi incendi, spesso contemporanei. Inoltre in molti paesi si verificano incendi più intensi e con maggiore velocità di avanzamento, cioè con comportamenti mai incontrati in precedenza (Viegas, in stampa). Questo peggioramento del problema è sorprendente per un fenomeno ciclico, facilmente prevedibile e atteso (ripetizione annuale, conoscenza dell'estensione della “stagione del fuoco” nelle diverse aree) ed è una chiara indicazione della necessità di rivedere l'approccio alla problematica (Xanthopoulos, 2007).

In questo lavoro si analizzano i fattori predisponenti e determinanti e le azioni di contrasto in uso in Italia, al fine di delineare un approccio integrato per la difesa, che comprenda un'attenta pianificazione delle infrastrutture e delle risorse. Infine, si discutono le implicazioni che questo approccio comporta a livello selvicolturale.

2. I FATTORI PREDISPONENTI

Una molteplicità di fattori contribuisce ad aumentare la suscettibilità dei boschi ad essere percorsi da incendio e tutti questi fattori sono influenzati dal cambiamento globale in atto (Figura 1). L'incremento e i flussi demografici, i cambiamenti socio-economici e il mutato rapporto uomo-bosco hanno contribuito alla riduzione delle attività selvicolturali, hanno portato al cambiamento di uso del suolo di vaste superfici (Agnoletti *et al.*, 2006), con au-

mento della biomassa combustibile e maggiore predisposizione al passaggio del fuoco. In particolare i cambiamenti nelle caratteristiche della popolazione delle zone rurali, che hanno perso la cultura del bosco e che utilizzano il territorio agro-forestale prevalentemente a scopo residenziale, costituiscono un elemento di grande rilevanza, in particolare per le zone di interfaccia urbano-foresta. Questi nuovi residenti vedono gli incendi come un'emergenza che deve essere gestita e affrontata dalle strutture preposte e non hanno la consapevolezza dell'importanza della prevenzione e della gestione del rischio, attraverso il controllo del combustibile.

L'impatto antropico sulla composizione dell'atmosfera sta favorendo il ripetersi di eventi siccitosi e l'aumento dell'inquinamento da ozono e da azoto (Bytnerowicz *et al.*, 2007). Sia le alte concentrazioni atmosferiche di ozono sia l'elevata deposizione di composti azotati hanno effetti deleteri sullo sviluppo degli apparati radicali, favorendo quindi la sensibilità delle piante allo stress idrico (Bytnerowicz *et al.*, 2007). Inoltre, l'esposizione all'ozono rallenta la risposta degli stomi alla mancanza d'acqua (Paoletti, 2005) alterando la capacità delle piante di mantenere in equilibrio il proprio bilancio idrico. La fertilizzazione azotata, invece, promuove la crescita della biomassa epigea, aumentando così le necessità di approvvigionamento idrico e favorendo la densità dei soprassuoli (Grulke *et al.*, 2008). Tale situazione di stress può inoltre favorire lo sviluppo e l'incremento di patogeni ed insetti, che contribuiscono all'accumulo di necromassa e alla maggiore suscettività dei soprassuoli al passaggio del fuoco.

La presenza di questi inquinanti favorisce inoltre l'accumulo di lettiera per effetto di un rallentamento della decomposizione della sostanza organica (Grulke *et al.*, 2008).

3. I FATTORI DETERMINANTI

Che gli incendi boschivi non siano una calamità naturale ma un fenomeno antropogenico che deriva da comportamenti sociali, volontari o involontari, è ormai un fatto assodato (Leone, 1996). Gli incendi sono il sintomo di problemi socio-economici legati alle dinamiche di trasformazione dello spazio rurale (Leone e Lovreglio, 2004), quali: i flussi demografici, i nuovi insediamenti rurali, l'abbandono dell'agricoltura e lo sviluppo di conflitti sulla gestione del territorio. Anche questo aspetto, di particolare complessità, deve quindi essere affrontato con strumenti e criteri adeguati (Leone e Lovreglio, 2004).

4. PIANIFICAZIONE E PREVISIONE

La pianificazione antincendio include previsione, prevenzione e lotta. Per quanto riguarda la previsione, diversi modelli e indicatori per la definizione delle aree a rischio, di indici di pericolo o sistemi integrati sono stati sviluppati per applicazioni a livello regionale, nazionale ed internazionale, e sono basati principalmente sull'analisi dei fattori predisponenti (San-Miguel-Ayanz, 2002; Camia *et al.*, 2006; Conese *et al.*, 2004; Fiorucci *et al.*, 2006; Valesse *et al.*, 2008; Regione Siciliana, 2003; Regione Campania, 2003; Regione Autonoma della Sardegna, 2006). In alcuni casi, vengono considerati anche

parametri per valutare l'incidenza dei fattori determinanti, quali statistiche sugli incendi e distanza da strade pubbliche e centri abitati (Conese *et al.*, 2004). In altri casi la definizione delle aree a rischio si basa sull'analisi delle serie storiche degli incendi, considerando tali dati come la risultante di fattori quali la possibilità di insorgenza, la propagazione del fronte di fiamma e la difficoltà di contenimento degli incendi (Regione Piemonte, 2003; Regione Lombardia, 2006; Regione Toscana, 2004).

I modelli per la definizione del rischio non prendono però in considerazione, se non in modo indiretto, gli aspetti legati alle difficoltà di estinzione degli incendi una volta che questi si verificano e quindi non consentono né di valutare la "pericolosità" di un evento in termini di possibilità di propagazione per effetto delle difficoltà di intervento, né di sviluppare una pianificazione delle risorse sulla base di parametri oggettivi, sia in termini quantitativi sia per distribuzione spaziale (Marchi *et al.*, 2006a). La riuscita dell'azione di estinzione di un incendio dipende da numerosi fattori, che spaziano dalla capacità intrinseca delle squadre ad operare sul fronte di fuoco, alle caratteristiche ambientali e vegetazionali, agli aspetti morfologici della zona operativa (es. pendenza, accidentalità), e alla situazione infrastrutturale (viabilità, punti di rifornimento idrico). In tal senso i principali fattori da considerare sono relativi (Marchi *et al.*, 2007): 1. all'efficienza nell'attacco iniziale, sia da terra sia dall'aria, esprimibile con la distanza delle basi operative dalla zona del potenziale incendio; 2. alle difficoltà di rifornimento idrico, anche in questo caso sia per mezzi terrestri sia aerei; 3. alle difficoltà degli operatori antincendio nel raggiungere il fronte di fuoco dalla strada più vicina che è funzione della distanza e della pendenza del terreno.

Marchi *et al.* (2006a, 2007) hanno quindi sviluppato un indice delle difficoltà operative con lo scopo di definire e spazializzare, attraverso applicazioni GIS, il livello di efficienza (rapidità dell'intervento) e di efficacia (successo dell'intervento) nell'estinzione degli incendi, valutando il livello di operatività, cioè la capacità di mezzi e uomini di svolgere le varie attività antincendio (Figura 2). L'applicazione dell'indice delle difficoltà operative, in combinazione con gli indici di rischio, consente di determinare l'efficienza e l'efficacia dell'estinzione in aree a diverso livello di rischio e di pianificare e definire le priorità sia di interventi selvicolturali preventivi sia di potenziamento e/o di ri-distribuzione spaziale delle infrastrutture (rete viabile, punti di rifornimento idrico anche temporanei, basi operative terrestri e aeree) (Figura 2).

Quando è disponibile un accurato database sull'attività dei mezzi aerei (posizione della base e dell'incendio, tempo di trasferimento e operativo), è inoltre opportuno descrivere e spazializzare le attività dei mezzi, anche applicando metodi di statistica circolare (Marchi *et al.* 2003, 2006b), in modo da disporre di ulteriori informazioni utili per la corretta pianificazione della distribuzione delle basi per i mezzi aerei (Figura 3).

5. LE AZIONI DI CONTRASTO

Le azioni fondamentali per contrastare gli incendi boschivi sono la prevenzione e la lotta attiva. Tali azioni sono state spesso considerate indipendenti l'una dall'altra o trat-

tate separatamente, dando sicuramente maggior spazio e risorse alla lotta attiva, la quale ha il vantaggio di dimostrare in modo immediato i risultati ottenibili, riconoscibili da tutti, e quindi di farne percepire la necessità e l'importanza (Xantopoulos, 2007).

È tuttavia altrettanto importante sottolineare come proprio in questi ultimi anni si siano talvolta raggiunti e superati i limiti di operatività di uomini, mezzi e strutture di estinzione, per effetto di incendi numerosi e vasti in periodi limitati di tempo (Corpo Forestale dello Stato, 2007).

Negli ultimi anni si è anche registrato un certo impulso alle attività di prevenzione, in particolare alla prevenzione indiretta, intesa come insieme di attività finalizzate a ridurre il numero di incendi attraverso il contenimento o l'eliminazione dei comportamenti antropici determinanti l'innescio del fuoco (Bovio, 1992). Giovannini e Marchi (2005, 2006) hanno evidenziato un quadro abbastanza vario di iniziative messe in atto da enti (CFS, Regioni, Enti Parco, ecc.) e da associazioni, a livello nazionale e locale. Tuttavia molte di queste iniziative presentano caratteri di discontinuità temporale, che ne possono ridurre la potenziale efficacia, e si concretizzano in semplici campagne informative. È quindi opportuno promuovere maggiormente attività educative che forniscano gli elementi base della "cultura del bosco" e che permettano lo sviluppo di una maggiore consapevolezza individuale verso le problematiche ambientali.

La particolare attenzione rivolta alla disponibilità di uomini, mezzi ed organizzazioni rivolte alla lotta ha invece fatto troppo spesso dimenticare il fondamentale ruolo della selvicoltura e della gestione forestale nella prevenzione diretta contro gli incendi boschivi (Maetzke, 2005). L'attività selvicolturale è fondamentale per il controllo del combustibile ed ha l'obiettivo di contenere il fronte di fiamma entro limiti di intensità accettabili e permette anche di agevolare le attività di estinzione e di contenere i danni (Leone e Lovreglio, 2001). La sua applicazione tuttavia non esclude l'innescio e la propagazione dell'incendio ed è quindi necessario inquadrarla nel contesto generale della pianificazione e gestione antincendio (Corona, 2004).

6. MEZZI DI ESTINZIONE ED EMISSIONI INQUINANTI

Una conseguenza degli incendi di vegetazione, attualmente al centro dell'attenzione, è l'immissione in atmosfera di diversi inquinanti gassosi e particolati. Durante un incendio boschivo vengono generate e immesse nell'atmosfera diverse sostanze, quali: CO₂, CO, NO_x, CH₄, SO₂, NH₃, NMHC e polveri sottili (particolato). Alcuni di questi gas come il metano, l'anidride carbonica, il protossido di azoto, rappresentano importanti "gas serra" (Lovreglio e Leone, 2005). A livello globale si stima che gli incendi di vegetazione contribuiscano approssimativamente per un quinto alle emissioni totali di CO₂ (Sandberg *et al.*, 2002). Gli incendi liberano anche precursori di un altro importante inquinante, l'ozono. Si stima che la combustione della biomassa contribuisca per circa il 10% alle concentrazioni globali di ozono (Trentmann *et al.*, 2003). Nel contesto europeo e in accordo con i dati dell'European emission inventory CORINAIR (European Environmental Agency, 2004), le emissioni da incendi boschivi costituiscono lo 0,2% di NO₂, lo 0,5% di NMHC, l'1,9% di CO e lo 0,1% di NH₃. L'incidenza dei gas serra

prodotti durante un incendio, rispetto al totale dei gas serra che si sviluppano da altre attività, è variabile a seconda del paese considerato (Miranda *et al.*, 2005a; 2005b) e può raggiungere valori elevati in annate particolarmente critiche (Miranda *et al.*, 2008).

Anche l'impiego dei mezzi di estinzione, in particolare quelli aerei, contribuisce all'emissione di sostanze inquinanti in atmosfera. Per quando riguarda i mezzi terrestri mancano ancora studi che definiscano delle metodologie di stima. Al contrario per i mezzi aerei sono state portate avanti le prime esperienze (Miranda *et al.*, 2008; Marchi *et al.*, in stampa). Da una prima stima effettuata in Italia per i mezzi aerei nazionali nel 2001, tali emissioni raggiungono valori non trascurabili, in particolare per alcuni inquinanti come CO₂ (1,4%) e NO_x (2,3%) (Miranda *et al.*, 2008), ma ovviamente non bisogna dimenticare che tali mezzi contribuiscono a contenere le superfici percorse e quindi le emissioni totali dagli incendi.

Un altro studio sviluppato in Regione Toscana ha messo a confronto due periodi estivi (mesi di luglio e agosto) caratterizzati da una diversa consistenza della flotta di elicotteri regionali: il periodo 1998-2000 con una flotta di cinque elicotteri e il periodo 2001-2003 con una flotta di 10 elicotteri (Marchi *et al.*, in stampa). Dal primo al secondo triennio si è registrato un aumento del numero medio annuo di incendi del 30% e della superficie boscata percorsa annualmente del 10%. A tali valori corrisponde una riduzione della superficie boscata media a incendio da 4,5 a 3,8 ettari. Dall'analisi dei valori di emissione relativi ai due periodi in esame, considerando le diverse tipologie di vegetazione percorse dal fuoco, si osserva un aumento generalizzato degli inquinanti e del particolato nel secondo triennio (CO₂ 8%, CO 16%, SO₂ 16%, PM_{2,5} 14%, PM₁₀ 16%). Dato l'aumento dell'impiego di elicotteri si è inoltre registrato un incremento percentuale nelle emissioni degli aeromobili (CO₂ +106%, CO +79%, NO_x +93%).

Dall'analisi dell'incidenza annuale delle emissioni da incendi boschivi rispetto a quelle da altre fonti (Regione Toscana, 2000; 2003) si è osservato che per l'anno 2003 le PM₁₀ hanno inciso per il 4,7% e il CO per il 1,5%. Tuttavia, se si considera che le emissioni causate dagli incendi nei mesi di luglio e agosto sono in media circa il 65-70% delle emissioni annuali appare evidente che in questi due mesi l'incidenza delle emissioni "da incendi" rispetto a quelle da altre fonti è molto superiore.

L'utilizzo di mezzi di estinzione può quindi dare un contributo importante alla riduzione delle superfici percorse, tuttavia la selvicoltura preventiva e il fuoco prescritto potrebbero dare un contributo altrettanto importante se non superiore. Una stima effettuata a livello europeo evidenzia che l'applicazione del fuoco prescritto su una superficie annuale pari al 10% della superficie percorsa dal fuoco annualmente potrebbe portare ad una riduzione delle emissioni di CO₂ causate dagli incendi di circa 5 milioni di tonnellate all'anno (Naraian *et al.*, 2007). Tale riduzione per l'Italia è stata stimata pari a circa 0,93 milioni di tonnellate anno.

7. CONCLUSIONI

Gli incendi boschivi sono un problema complesso che richiede il superamento della frammentazione nell'approccio e nella gestione per dare il giusto spazio ad una visione glo-

bale della “questione” incendi. È quindi necessario sviluppare modelli più efficaci in cui prevenzione e lotta siano sempre più integrati, amalgamati, uniti per la più efficace azione di tutela del patrimonio forestale, della biodiversità e dell’ambiente in generale.

L’applicazione di un approccio integrato alla difesa dagli incendi boschivi è indispensabile nei paesi dell’area mediterranea poiché è l’unica strada che può portare a medio-lungo termine ad un miglioramento dei risultati. È ormai dimostrato che il solo potenziamento dell’apparato di estinzione non può essere risolutivo e solo se verrà associato alla gestione del combustibile ed allo sviluppo di azioni di contrasto verso

le cause determinanti si potrà ottenere una riduzione degli incendi, delle superfici percorse e delle emissioni inquinanti in atmosfera.

Per questo motivo è necessario sviluppare nuove metodologie per la corretta pianificazione delle strutture e infrastrutture di lotta. Un tale approccio può consentire di dimensionare e consolidare l’apparato di difesa sulla base di precisi obiettivi e di investire in modo più deciso e continuo in selvicoltura, con ricadute più vaste e sostenibili, a partire dalle aree ad alto rischio dove sono maggiori le difficoltà di intervento delle strutture e dei mezzi di estinzione.

Anno	Francia Med.	Grecia	Italia	Portogallo	Spagna	Totale
1997	2.784	2.273	11.612	23.497	22.320	62.486
1998	2.586	1.842	9.540	34.676	22.446	71.090
1999	2.995	1.486	6.932	25.477	18.237	55.127
2000	2.430	2.581	8.595	34.109	24.118	71.833
2001	2.788	2.535	7.134	26.942	19.547	58.946
2002	1.677	1.141	4.601	26.488	19.929	53.836
2003	3.490	1.452	9.697	26.195	18.616	59.450
2004	2.028	1.748	6.428	21.837	21.396	53.437
2005	1.871	1.544	7.951	34.018	25.492	70.876
2006	2.252	1.417	5.643	19.722	16.334	45.368
Totale	24.901	18.019	78.133	272.961	208.435	602.449
%	4,13	2,99	12,97	45,31	34,60	100,00
Totale (87-96)	25.669	16.325	118.783	174.584	157.251	492.612
Differenza	-768	1.694	-40.650	98.377	51.184	109.837
%	-2,99	10,38	-34,22	56,35	32,55	22,30

Tabella 1. Numero di incendi boschivi in Sud-Europa nel periodo 1997-2006 e variazioni rispetto al decennio precedente.
Table 1. Number of forest fires in Southern Europe in the 1997-2006 period. “Differenza” shows the variation compared to the previous decade.
Tableau 1. Nombre des incendies forestiers en Sud- Europe dans la période du 1997-2006 et des variations vis-à-vis le décennie précédent.

Anno	Francia Med.	Grecia	Italia	Portogallo	Spagna	Totale
1997	12.250	52.373	111.230	30.535	98.503	304.891
1998	11.243	92.901	155.553	158.369	133.643	551.709
1999	12.782	8.289	71.117	70.613	82.217	245.018
2000	18.860	145.033	114.648	159.605	188.586	626.731
2001	17.965	18.221	76.427	112.166	93.297	318.076
2002	6.298	6.013	40.791	124.410	107.464	284.976
2003	61.424	3.517	91.805	425.726	148.172	730.727
2004	10.596	10.267	60.176	129.539	134.193	344.771
2005	17.356	6.437	47.575	312.829	188.672	572.869

(segue)

(Segue Tabella 2)

2006	5.483	12.661	39.946	75.510	155.363	288.963
Totale	174.257	355.712	809.268	1.599.302	1.330.110	4.268.731
%	4,08	8,33	18,96	37,47	31,16	100,00
Totale (87-96)	193.400	486.698	1.250.089	987.454	2.009.916	4.927.557
Differenza	-19.143	-130.986	-440.821	611.848	-679.807	-658.825
%	-9,90	-26,91	-35,26	61,96	-33,82	-13,37

Tabella 2. Superficie totale percorsa (ettari) in Sud-Europa nel periodo 1997-2006 e variazioni rispetto al decennio precedente.
 Table 2. Total burnt area in Southern Europe (hectares) in the 1997-2006 period. "Differenza" shows the variation compared to the previous decade.
 Tableau 2. Superficie totale brûlée (hectares) en Sud- Europe dans la période du 1997-2006 et des variations vis-à-vis le décennie précédent.

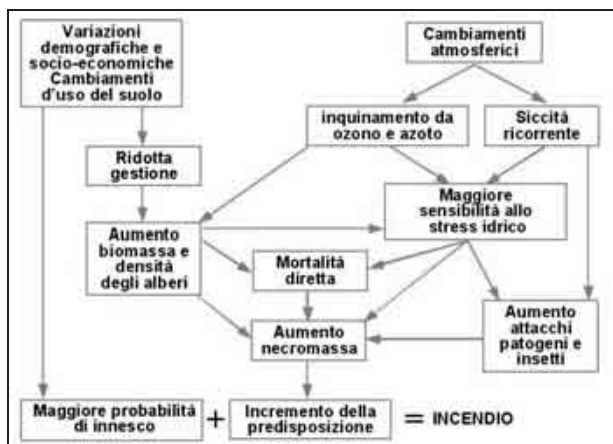


Figura 1. Principali fattori che influiscono sulla predisposizione delle aree boscate agli incendi (da Grulke *et al.*, 2008; modificato).
 Figure 1. Main predisposing factors affecting forest susceptibility to fire (after Grulke *et al.*, 2008; modified).
 Figure 1. Facteurs principaux qui ont influence a la prédisposition des zones forestales sur l'incendies (selon Grulke *et al.*, 2008; modifié).

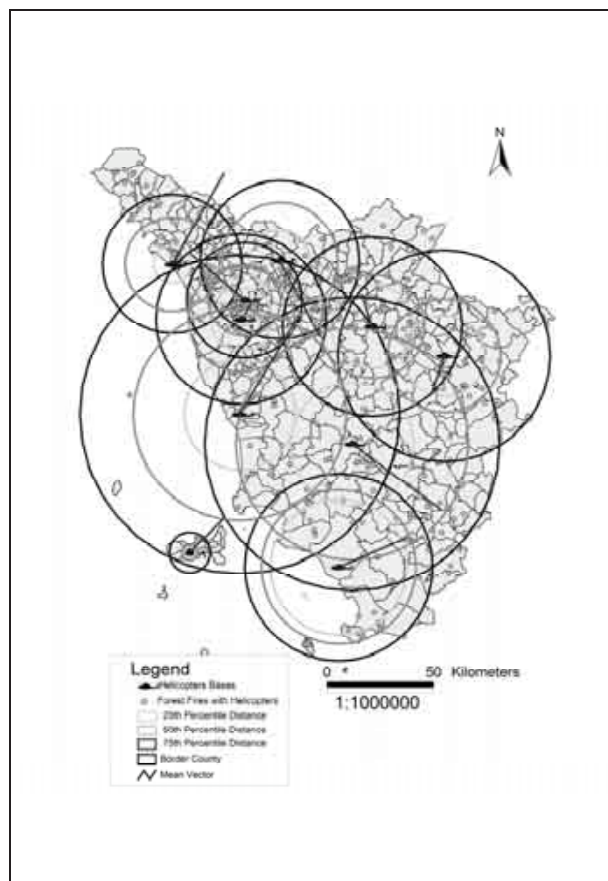


Figura 3. Carta di sintesi dell'attività degli elicotteri regionali della Toscana nei mesi di luglio e agosto del periodo 2001-2005.
 Figure 3. Map of helicopter activity in Tuscany region in July and August 2001-2005.
 Figure 3. La Carte de la synthèse de l'activité des hélicoptères régionales de la Toscane pendant les mois du juillet et août en 2001-2005.

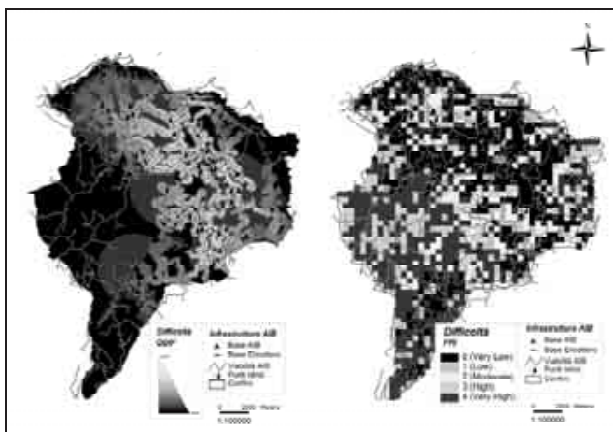


Figura 2. Carta delle difficoltà operative (sinistra) e del rischio finale (destra) per il Comune di Pomarance (PI), Toscana. L'indice di rischio finale è una combinazione dell'indice di rischio statico (elaborato dall'IBIMET-CNR per la Toscana) con l'indice delle difficoltà operative.
 Figure 2. Map of operational difficulty index (left) and final risk (right) for the Pomarance municipality (province of Pisa, Tuscany). The final risk index combines the static risk index (developed by IBIMET-CNR for Tuscany) and the operational difficulty index.
 Figure 2. La Carte des difficultés opératives (a gauche) et du risque final (a droite) pour département de Pomarance (PI), Toscane. L'index du risque final est une combinaison de l'index du risque statique (élaboré par IBIMET-CNR pour la Toscane) avec l'index des difficultés opératives.

SUMMARY

AN INTEGRATED APPROACH FOR FOREST FIRE PROTECTION

Forest fire is a complex problem that is affected by the Global Change. Although prevention and suppression organization is getting better, forest fire still continues to represent a yearly menace to forests and other wooded areas. Many countries are facing forest fires in conditions that were not known before. Improved forest fire prevention and management are needed in order to move from emergency to a global approach. To develop an integrated approach, based on a better infrastructural and means planning, fire causes and prevention and suppression activities carried out in Italy are analysed. An integrated approach should allow to plan the suppression organization on the basis of detailed targets and to develop a preventive silviculture, with a number of sustainable consequences. Forest fire emission are finally analysed and the preventive role of silviculture for emission reduction is underlined.

RÉSUMÉ

APPROCHE INTEGREE A LA DEFENSE DES INCENDIES

Les feux dans des forets représentent un problème complexe, qui ressent les changements en cours au niveau globale.

Malgré les efforts les feux dans les forets continuent se représenter chaque année avec tout son drame en soulignant la nécessité de développer une nouvelle approche à la problématique axée sur une vision globale de la "question" des incendies. Dans ce travail il s'analyse les facteurs prévus et déterminants et les actions du contraste utilisées en Italie, pour dessiner une approche intégrée pour la défense, y compris une meilleur planification des infrastructures et de ressources.

Cette approche peut permettre de mesurer et consolider l'appareil de la défense basée sur les objectifs précis et d'investir dans le mode plus décidé et continu en sylviculture avec des rechutes plus vastes et soutenues.

Enfin il s'analyse le problème des émissions causées par les incendies et par les moyens d'extinction, en soulignant le possible rôle de la sylviculture, non seulement comme une activité de la prévention mais aussi comme un possible polluant.

BIBLIOGRAFIA

- Agnoletti M., Al Manza R., Barbera G., La Mantia T., Nanni P., Torquati B., Sisti A., 2006 - *Il Piano Strategico Nazionale di Sviluppo Rurale*. Documento Tematico "Paesaggio". Allegato A: Architettura del Paesaggio, 15, Novembre 2006, CD.
- Bovio G., 1992 - *Linee metodologiche per la pianificazione antincendi boschivi*. Monti e Boschi, anno XLIII, (1): 9-15.
- Bovio G., 2002 - *La pianificazione antincendi boschivi*. In "Il fuoco in foresta: ecologia e controllo", Atti del XXXIX corso di Cultura in ecologia, A cura di Anfodillo T. e Carrairo V. Università degli Studi di Padova, Dip.to Territorio e Sistemi Agro-Forestali.
- Bytnerowicz A., Omasa K., Paoletti E., 2007 - *Integrated effects of air pollution and climate change on forests: a northern hemisphere perspective*. Environmental Pollution, 147 (3): 438-445.
- Camia A., Barbosa P., Amatulli G., San-Miguel-Ayaz J., 2006 - *Fire ranger rating in the European Forest Fire Information System (EFFIS): Current developments*. Proceedings of the 5th international conference on Forest Fire Research, 27-30 novembre 2006, Figuera da Foz (Portugal).
- Conese C., Bonora L., Romani M., Checcacci E., 2004 - *Forest fire hazard model definition for local land user (Tuscany Region)*. Atti del IV Congrès International Environnement et Identité en Méditerranée Juillet 19-25, 2004 Corte (France).
- Corona P. 2004 - *Interventi selvicolturali*. In: Incendi e complessità ecosistemica. Dalla pianificazione forestale al recupero ambientale. A cura di C. Blasi, G. Bovio, P. Corona, M. Marchetti e Maturani A. Palombi Editore, Roma.
- Corpo Forestale dello Stato, 2003 - *Incendi boschivi 2002*. Ministro Politiche Agricole e Forestali: p. 59.
- Corpo Forestale dello Stato, 2008 - *Incendi boschivi 2007*. Ministro Politiche Agricole Alimentari e Forestali: p. 144.
- Direcção-Geral dos Recursos Florestais, 2008 - *Defesa da Floresta Contra Incêndios*. Relatório 2007. Ministerio da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas.
- European Commission, 2007 - *Forest Fire in Europe 2006*. JRC Scientific and technical Reports. Report No7/2006. European Communities, Joint Research Centre Institute for Environment and Sustainability, Italy.
- European Environmental Agency. 2004. *EMEP/CORINAIR emission inventory guidebook, third ed.* Technical Report no 30. European Environmental Agency. <http://reports.eea.eu.int/EMEP/CORINAIR4/en/page002.html>.
- Fiorucci P., Gaetani F., Minciardi R., Scipioni A., 2006 - *RISICO: A system for dynamic wildfire risk assessment in Italy*. Proceedings of the 5th international conference on Forest Fire Research, 27-30 novembre 2006, Figuera da Foz (Portugal).
- Giovannini G., Marchi E., 2005a - *La prevenzione degli incendi boschivi: il ruolo dell'informazione e dell'educazione ambientale*. Foreste Ricerca Cultura, scritti in onore di Orazio Ciancio, a cura di P. Corona, F. Iovino, F. Maetzke, M. Marchetti, G. Menguzzato, S. Nocentini, L. Portoghesi, Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze.
- Giovannini G., Marchi E., 2006 - *Il forestale nelle attività di educazione ambientale*. Atti del Convegno "L'opera di prevenzione degli incendi boschivi e l'educazione ambientale", Vallombrosa 22-23 giugno 2006, Osservatorio Foreste e Ambiente, I Quaderni, 5: 171-180.
- Grulke N.E., Minnich R.A., Paine T.D., Seybold S.J., Chavez D., Fenn M.E., Riggan P.J., Dunn A., in stampa - *Air pollution increases forest susceptibility to wildfires: A case study in the San Bernardino Mountains in southern California*. In: Wildland Fires and Air Pollution. Edited by Bytnerowicz A., Arbaugh M., Andersen C., Riebau A. Elsevier Series "Developments in Environmental Science 8" Series Editor S. V. Krupa, Elsevier.

- Hamilton L., Morgan G., Williams, J., 2003 - *Guiding principles for wildland fire management*". 3th International Wildland Conference.
- Leone V., 1996 - *Aspetti sociologici nella fenomenologia degli incendi boschivi*. In "Il bosco e l'uomo", a cura di Orazio Ciancio. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze.
- Leone V., Lovreglio R., 2001 - *Metodi preventivi nella lotta agli incendi boschivi*. Legno Cellulosa e Carta, LIX (1): 16-28.
- Leone V., Lovreglio R., 2004 - *Le cause degli incendi dolosi in Italia*. In "Dossier: Incendi e gestione forestale", Coordinamento di Giovanni Bovio. Alberi e Territorio, Anno I, (6): 31-35.
- Lovreglio R., Leone V., 2005 - *Difesa dagli incendi boschivi e contenimento dell'effetto serra*. Forest@, 2 (2): 160-165.
- Maetzke F., 2005 - *La prevenzione in selvicoltura per la difesa dagli incendi boschivi*. Relazione al convegno di presentazione del "Piano regionale per la difesa della vegetazione dagli incendi". Palazzo Steri, 22 giugno 2005, Palermo.
- Marchi E., Boni I., Brachetti Montorselli N., Tesi E., 2003 - *Gli elicotteri nell'antincendio boschivo*. Proposta metodologica per l'analisi dell'attività. Il caso della Regione Toscana. Sherwood, Anno 9, n.4: 19-26, Editr. Compagnia delle Foreste, Arezzo.
- Marchi E., Masia G., Brachetti Montorselli N., in stampa - *Incendi boschivi ed emissioni inquinanti in Toscana*. Atti del convegno "Gestione degli incendi boschivi tra innovazione e ricerca", Accademia dei Georgofili, Firenze, 4 Giugno 2007.
- Marchi E., Tesi E., Brachetti Montorselli N., Bonora L., Checcacci E., Romani M., 2006a - *Forest fire prevention: developing an operational difficulty index in firefighting (ODIF)*. Proceedings of the 5th International Conference on Forest Fire Research, 27-30 novembre 2006, Figuera da Foz (Portugal).
- Marchi E., Tesi E., Brachetti Montorselli N., Neri F., 2006b - *Helicopter activity in forest fire-fighting: a data analysis proposal*. Proceedings of the 5th International Conference on Forest Fire Research, 27-30 novembre 2006, Figuera da Foz (Portugal).
- Marchi E., Tesi E., Monterselli Brachetti N., Bonora L., Conese C., Romani M., 2007 - *Forest Fire Prevention: An Integrate Risk Analysis to Improve Management and Planning Actions*. Proceedings del convegno "Bottlenecks, solutions, and priorities in the context of functions of forest resources", the 150th Anniversary of forestry education in Turkey, October 17-19 2007, Harbiye/Istanbul (Turkey).
- Ministerio de medio ambiente, 2008 - *Los Incendios Forestales en España. Año 2007*.
- Miranda A., Borrego C., Valente J., Sousa M., Santos P., Cavalho A., 2005b - *Smoke production report*. Deliverable D254 of Spread Project. Forest fire spread prevention and mitigation.
- Miranda A.I., Marchi E., Ferretti M., Millan M., 2008 - *Forest Fires and Air Quality Issues in Southern Europe*. In: Wildland Fires and Air Pollution. Edited by Bytnerowicz A., Arbaugh M., Andersen C., Riebau A.. Elsevier Series "Developments in Environmental Science 8" Series Editor S. V. Krupa, Elsevier.
- Miranda A.I., Borrego C., Carvalho A., Sousa M., Barbosa P., Valente J., 2005a - *Greenhouse gases emissions from European forest fires*. Departamento de Ambiente e Ordenamento, Universidade de Aveiro. AMB-QA-06/2005. Deliverable D253 of SPREAD Project (EVG1-CT-2001-00043).
- Narayan C., Fernandes P.M., van Brusselen J., Schuck A., 2007 - *Potential for CO₂ emission mitigation in Europe through prescribed burning in the context of the Kyoto Protocol*. Forest Ecology and Management, 251: 164-173.
- Paoletti, 2005 - *Ozone slows stomatal response to light and leaf wounding in a Mediterranean evergreen broadleaf, *Arbutus unedo**. Environmental Pollution, 134 (3): 439-445.
- Promethee Database, <http://www.promethee.com>.
- Regione Autonoma della Sardegna, 2006 - *Piano regionale di previsione, prevenzione e lotta attiva contro gli incendi boschivi 2005-2007*. Assessorato della Difesa dell'Ambiente, Corpo Forestale e di Vigilanza Ambientale, pp. 123.
- Regione Campania, 2003 - *Piano Regionale di Previsione, Prevenzione e Lotta Attiva agli incendi boschivi Anno 2008*. pp. 167.
- Regione Piemonte, 2003 - *Piano regionale per la programmazione delle attività di previsione, prevenzione e lotta attiva contro gli incendi boschivi*. Assessorato ai Beni Ambientali, Politiche per la Montagna e Foreste, Ufficio speciale servizi antincendi boschivi, pp. 170.
- Regione Siciliana, 2003 - *Piano regionale per la difesa della vegetazione dagli incendi*. Assessorato Agricoltura e Foreste, Ufficio speciale servizi antincendi boschivi, pp. 377.
- Regione Toscana, 2000 - *Inventario Regionale delle sorgenti di emissione in aria ambiente*. Aggiornamento all'anno 2000. Direzione Generale delle Politiche Territoriali e Ambientali Area Qualità dell'aria, inquinamento acustico, industrie a rischio, inquinamento elettromagnetico, Edizioni della Giunta Regionale Toscana, Firenze.
- Regione Toscana, 2003 - *Inventario Regionale delle sorgenti di emissione in aria ambiente*. Aggiornamento all'anno 2003. Direzione Generale delle Politiche Territoriali e Ambientali Settore "Qualità dell'aria, rischi industriali, prevenzione e riduzione integrata dell'inquinamento", Edizioni della Giunta Regionale Toscana, Firenze.
- Regione Toscana, 2004 - *Piano operativo antincendi boschivi*. Direzione Generale dello Sviluppo Economico, Settore Tutela e Valorizzazione delle Risorse Idriche e Forestali, pp. 125.
- Sandberg D., Ottmar R., Peterson J., Core J. 2002 - *Wildland fire on ecosystems: Effects of fire on air*. USDA For. Service Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-42-vol. 5, 79 pp.
- San-Miguel-Ayanz J., 2002 - *Methodologies for the evaluation of forest fire risk: from long-term (static) to dynamic indices*. In "Il fuoco in foresta: ecologia e controllo", Atti del XXXIX corso di Cultura in ecologia, A cura di Anfodillo T. e Carraio V. Università degli Studi di Padova, Dip.to Territorio e Sistemi Agro-Forestali.
- Saragosa G., Pontani D., Malaspina A., 2004 - *La rilevazione dei dati e l'evoluzione storica*. In "Dossier: Incendi e gestione forestale", Coordinamento di Bovio G. Alberi e Territorio, Anno I (6): 26-30.

- Scolaro R., 2008 - *Comunicazione nell'ambito del Corso di Aggiornamento per "Direttori delle Operazioni di Spegnimento (DOS)" organizzato dal Comando regionale Emilia-Romagna del Corpo Forestale dello Stato.* Rimini 9-13 giugno 2008.
- Valese E., Anfodillo T., Rossi S., Carraro V., Deslauriers A., Carrer M., Monai M., Lemessi A., Ramon E., 2008 - *Realizzazione di un sistema di calcolo e di spazializzazione dell'indice canadese di pericolo d'incendio boschivo FWI (Fire Weather Index) per la Regione Veneto.* Forest@, 5 (1): 176-186.
- Viegas D.X., in stampa - *Fire Behaviour and Fire Safety.*
- Atti del convegno "Gestione degli incendi boschivi tra innovazione e ricerca", Accademia dei Georgofili, Firenze, 4 Giugno 2007.
- Xanthopoulos G., 2007 - *Forest fire policy scenarios as a key element affecting the occurrence and characteristics of fire disasters.* Proceedings of 4th International Wildland fire Conference, 13-17 maggio 2007, Siviglia, Spagna.
- Zanzi Sulli A., 1987 - *Il fuoco: Fattore ecologico e strumento culturale.* In "Argomenti di Scienze e Geografia". Supplemento al n.7-8 degli Atti del Museo Civico di Storia Naturale. Comune di Grosseto.

GLI INCENDI NELLO SPAZIO RURALE: UN DISASTRO ANNUNCIATO

(*) Dipartimento di Scienze dei Sistemi Culturali, Forestali e dell'Ambiente, Facoltà di Agraria, Università degli Studi della Basilicata, Potenza

Il crescente numero di incendi richiede una organizzazione difensiva più attenta alla prevenzione, affidando un ruolo fondamentale agli strumenti di conoscenza territoriale, che possono aiutare ad individuare linee di tendenza e concentrazione del fenomeno, a interpretarne la dinamica e le motivazioni e ad impostare efficaci azioni di previsione del rischio.

Fondamentale appare il ruolo degli strumenti di informazione geografica, che consentono di definire la distribuzione spaziale degli eventi sul territorio, agevolando l'interpretazione di un fenomeno di origine prevalentemente antropica.

Il lavoro affronta in questa ottica aspetti relativi a: classificazione delle motivazioni volontarie, Metodo delle Evidenze Fisiche, kernel density, Metodo Delphi per la valutazione delle motivazioni.

Parole chiave: fire causality index, kernel density, incendi volontari, metodo delle evidenze fisiche, metodo Delphi, motivazioni, rischio.

Key words: arson, Delphi technique, fire causality index, fire motivations, fire origin determination technique, kernel density, risk.

Mots clés: causes des feux, fire causality index, kernel density, incendies par malveillance, méthode des évidences, méthode Delphi, risque.

1. PREMESSA

Il millennio iniziato da pochi anni ha già registrato i peggiori problemi d'incendi a memoria d'uomo nello spazio rurale, nel nostro ed in altri paesi (Portogallo e Spagna, California, Grecia). Gli incendi hanno interessato anche ambienti suburbani e spesso urbani, con disastrose conseguenze in termini di perdite di vite umane e di ingenti conseguenze economiche.

Sembrava che nella storia degli incendi in Italia il 2007 dovesse essere ricordato come *l'annus horribilis* più drammatico: complice un'annata in cui le temperature hanno toccato valori record, che non sono certo causa degli incendi ma soltanto fattori predisponenti, l'Italia ha sperimentato disastri simili a quelli occorsi nel 2003 in Portogallo dove, con temperature arrivate a 47,9°C, andarono in fumo circa 417.000 ha, di cui 323.000 boscati.

Ma in Italia altri *annus horribilis* si sono presentati abbastanza recentemente, anche se ne abbiamo ormai persa la memoria.

Tra il 1970 e il 2006 il numero annuo di incendi superiore a 10.000 si è verificato ben 13 volte; la situazione più critica si è registrata nel 1985, per numero di incendi (18.664), nel 1993 per superficie boscata percorsa dal fuoco (116.378 ettari), nel 1981, per superficie totale interessata (229.850 ettari) (CFS, 2007).

Anche il 2008, benché con un minore numero complessivo di eventi, si caratterizza per il continuo stillicidio di eventi che in numero medio di 80-140 al giorno, continuano a devastare sempre le stesse regioni (Calabria, Campania in testa).

L'accentuazione del fenomeno e l'ondata emotiva che accompagna le cronache degli eventi più disastrosi ha stimolato iniziative encomiabili di rafforzamento dei dispositivi di controllo, di cooperazione tra regioni e transfrontaliera, non accompagnate peraltro da altrettanto incisive iniziative di analisi delle motivazioni da cui il fenomeno nasce.

Appare singolare che un fenomeno annualmente ricorrente, che evidenzia nette tendenze alla ripetizione in certi ambiti territoriali, tanto da potersi considerare un disastro annunciato, non sia oggetto di adeguate indagini rivolte a chiarirne la genesi per impostare adeguate misure di prevenzione, le uniche che potrebbero ridurne in modo sensibile l'entità e le conseguenze.

2. L'IMPORTANZA DELLA PREVENZIONE

Un'impostazione diversa dell'attività di difesa, più attenta alla prevenzione, cioè ad "azioni mirate a ridurre le cause e il potenziale innesco di incendio, nonché interventi finalizzati alla mitigazione dei danni conseguenti" deve infatti basarsi sull'analisi e conoscenza delle motivazioni del fenomeno per tentare di modificare i comportamenti umani che ne sono alla base.

La conoscenza delle motivazioni che spingono a comportamenti volutamente dannosi, può consentire di mettere a punto opportune misure di contrasto e soprattutto di rivolgere ai potenziali autori messaggi sintonizzati sulla loro cultura, spesso arretrata, sul loro grado di scolarità, sulla loro percezione dei rapporti con la società e con l'ambiente, evitando inutili messaggi "colti".

Le statistiche sulle cause, che rappresentano l'unica informazione ufficiale disponibile, forniscono soltanto una indicazione circa l'origine del fenomeno, ma non sui motivi che spingono l'autore a compiere un atto dichiaratamente antisociale.

Gli strumenti di conoscenza territoriale possono collaborare ad individuare linee di tendenza e concentrazione del fenomeno (Leone e Lovreggio, 2003a; Martinez Fernandez, 2004), interpretarne la dinamica e impostare opportune ed efficaci azioni per contrastarne l'insorgenza. E' fondamentale infatti la conoscenza del motivo che spinge ad un comportamento delittuoso, cioè dello stimolo o impulso che rappresenta la causa, ragione o incentivo che induce o spinge ad uno specifico comportamento.

2.1 Classificazione delle motivazioni: la classificazione NCVA

Di particolare interesse è la tassonomia delle motivazioni degli incendi volontari proposta nel Crime Classification Manual (Douglas *et al.*, 1997). Le categorie identificate sono le seguenti:

1. incendio doloso motivato da vandalismo;
2. incendio doloso motivato dall'eccitamento;
3. incendio doloso motivato dalla vendetta, risentimento;
4. incendio doloso motivato dall'occultamento di reato;
5. incendio doloso motivato da profitto;
6. incendio doloso motivato da estremismo.

Le categorie indicate forniscono una ampio ventaglio di motivazioni e un interessante strumento per migliorare le indagini conoscitive, come quella realizzata dal Corpo Forestale dello Stato (CFS, 2002).

Benché concepita per un ambito urbano, la classificazione di Douglas ben si adatta allo spazio rurale, consentendo di interpretare fatti altrimenti difficilmente spiegabili e soprattutto di ricondurre a poche grandi categorie le innumerevoli motivazioni che si ritrovano nella vasta letteratura in materia di cause del fenomeno.

La classificazione indica anche comportamenti ed atteggiamenti post-evento degli autori, tecniche e ad eventuali dispositivi utilizzati per agevolare l'accensione, fornendo quindi un interessante strumento operativo per le successive indagini giudiziarie (Leone e Lovreglio, *op.cit.*).

All'interno dell'indagine CFS sopra menzionata gli incendi volontari si ricollegano invece alla volontà di trarre profitto dall'esecuzione dell'atto o alla mancanza di profitto; soltanto due categorie di motivazioni, le medesime adottate in Spagna fino dagli anni '70 per la statistica incendi (Leone e Lovreglio, 2003a).

3. GLI STRUMENTI DI INDAGINE TERRITORIALE

Gli strumenti di indagine disponibili per approfondire l'aspetto delle motivazioni sono sostanzialmente tre:

1. *Kernel density*;
2. Metodo delle evidenze fisiche;
3. Metodo Delphi.

3.1 *Kernel density*

La *kernel density* è una tecnica di analisi spaziale che consente l'identificazione delle aree a maggior concentrazione di eventi, utili per la definizione di mappe di rischio. Essa si basa sull'analisi della distribuzione nello spazio dei punti di innesco, attuabile con tecniche di interpolazione che si basano sulla posizione spaziale dei punti e sulla reciproca distanza tra essi. Il software elettivo per tale analisi è CrimeStat II, utilizzato per la mappatura dei crimini (Levine, 2002).

Maggiore è il valore di intensità, più alto è il fattore rischio di incendio. Infatti il rischio di incendio (*fire risk*) può essere inteso come la combinazione di due elementi, il combustibile e la sua suscettibilità a prendere fuoco (*fire hazard*) e la presenza di cause esterne (naturali ed antropiche) che influenzano l'innesco (Chuvieco e Congalton, 1998; Martinez Fernandez, 2004). Un esempio di *kernel density* è riportato in Figura.1 in cui si nota la distribuzione degli incendi in provincia di Taranto, per il periodo 2000-2006.

Gli incendi mostrano evidente concentrazione all'interno della provincia, laddove si concentrano maggiormente an-

che gli incendi volontari, spesso apoditticamente collegati alle attività turistiche che però interessano soltanto la cospicua litoranea.

3.2 Metodo delle Evidenze Fisiche (MEF)

Il Metodo delle Evidenze Fisiche (MEF) permette di identificare il punto d'origine di un incendio e determinare quindi il mezzo che lo ha innescato, facilitando le indagini successive volte ad identificare l'autore (Lovreglio e Leone, 2003).

Il MEF, messo a punto negli Stati Uniti ed introdotto nel 1994 in Europa, è basato sull'analisi delle tracce che il fuoco lascia su vegetazione ed oggetti inanimati (Porrero Rodriguez, 2000).

La determinazione del punto di inizio permette di cercare e reperire prove materiali del mezzo di innesco utilizzato dall'autore dell'incendio.

Il metodo è adottato dal 2004 dal NIAB (Nucleo Investigazione Incendi Boschivi) del CFS, con risultati più che lusinghieri nella ricostruzione di numerosi recenti eventi di particolare drammaticità, in cui l'identificazione del punto di inizio ha consentito di ridurre l'aspetto di ineluttabilità che molti eventi presentano nell'immaginario collettivo.

3.3 Metodo Delphi per l'analisi delle motivazioni

La definizione delle cause e delle motivazioni degli incendi, oltre che mediante la elaborazione delle informazioni tratte dalle schede di rilevamento statistico, tipo modello AIB/FN o equivalente, può essere accertata attraverso l'impiego di diversi metodi, tra cui l'applicazione del metodo Delphi.

Il metodo prevede un panel di esperti, di varia estrazione e livello culturale, ma buoni conoscitori della realtà territoriale e del fenomeno in esame, chiamati a fornire idee ed opinioni attraverso un questionario, con un feedback intermedio per la discussione dei risultati. Lo strumento utilizzato per la raccolta dei dati è costituito, in genere, da una check-list, costruita ad hoc per i fini della ricerca.

Nel caso degli incendi gli esperti possono essere responsabili di servizi, esponenti sindacali, capisquadra, vigili rurali, rappresentanti delle forze dell'ordine ecc.; agendo singolarmente ed in autonomia di giudizio, essi devono fornire risposte, rigidamente anonime, a quesiti somministrati mediante un questionario appositamente predisposto.

3.3.1 Risultati dell'applicazione del metodo Delphi

Il metodo Delphi è stato impiegato per la prima volta in Italia nella redazione del Piano di Difesa contro gli Incendi del Parco Nazionale del Gargano (Leone e Lovreglio, 2003b).

Gli esperti, tutti componenti del CTA del Parco, furono concordi nell'indicare tra le motivazioni più ricorrenti, quelle in relazione a fatti occupazionali (motivazione riconducibile al profitto, secondo Douglas *et al.*, *op.cit.*), situazione peraltro già messa in evidenza, con differente metodologia, dai medesimi autori (Leone *et al.*, 2002).

Dette osservazioni suggeriscono un particolare approccio nella prevenzione, poiché evidenziano un target indifferente e refrattario a forme di sensibilizzazione basate su messaggi "colti" od emotivi. Inoltre esse circoscrivono il campo di indagine per la identificazione dei responsabili, evi-

tando profili dell'autore di incendi volontari con caratteristiche di assoluta genericità.

Una successiva applicazione del metodo, realizzata dagli stessi Autori nel 2008 per la revisione del Piano, ha messo in evidenza che le motivazioni ritenute più ricorrenti e pericolose sono connesse a pratiche agricole volontarie o involontarie di ampliamento del pascolo a spese del bosco, di eliminazione del bosco per cambio di coltura, seguite da pratiche agricole imprudenti, quali bruciatura stoppie o incolti.

Nel 2007 è stata condotta presso Coordinamento Provinciale del CFS di Taranto una applicazione del Metodo Delphi che ha coinvolto un panel di 49 persone, costituito dai comandanti stazione del CFS nonché da personale con particolare esperienza e conoscenza del territorio e della problematica incendi (Lovreglio *et al.*, 2008, Lovreglio *et al.*, 2008a).

La prova si è realizzata con la somministrazione del questionario, riportante le motivazioni ufficiali con il numero di codice utilizzato dal CFS nelle statistiche incendi boschivi; a ciascuno dei partecipanti è stato chiesto di identificare le otto motivazioni più frequenti, ordinandole poi con un punteggio da 1 a 8, dove il valore 1 compete alla motivazione più temibile e così via.

E' preponderante il peso attribuito dagli esperti alla negligenza nella conduzione di pratiche agricole quali bruciatura di stoppie, bruciatura di incolti, la eliminazione con il fuoco di rifiuti, seguita dalla trasformazione di land use realizzata con il fuoco, la raccolta di prodotti secondari.

Si è anche messo a punto un indice (Leone *et al.*, 2006; de las Heras *et al.*, 2007) denominato *Fire Causality Index*, che consenta di caratterizzare un determinato ambito geografico attraverso un differente peso delle diverse motivazioni.

L'indice ha l'espressione:

$$\frac{\sum_8 r_i * c_i}{\sum_8 r_i}$$

dove r_i considera la posizione in graduatoria da 1 a 8 di ciascuna motivazione, esprimendola con una frazione variabile da 8/8 a 1/8; c_i considera il peso relativo di ogni motivazione rispetto a tutte le altre riscontrate nel territorio. Il calcolo di c_i è realizzato mediante il confronto a coppie (pairwise comparison) utilizzando la scala numerico/linguistica di importanza qualitativa di Saaty (1980): 1/9 - 1/7 - 1/5 - 1/3 - 1 - 3 - 5 - 7 - 9, dove i valori numerici esprimono in modo quantitativo i rapporti di importanza relativa tra due concetti; nel nostro caso indicano se una motivazione è estremamente più importante (9), fortemente più importante (7) e così via.

c_i per la provincia di Taranto varia da 0,193 a 8,290.

Le risposte degli esperti si differenziano tra loro come segue:

FCI Panel completo 5,50
FCI solo esperti CFS 3,70

Il valore più basso di FCI del panel di esperti CFS indica che essi hanno identificato prevalentemente motivazioni che hanno un più basso peso in rapporto alle altre, quindi soprattutto motivazioni di tipo involontario.

4. CONCLUSIONI

Il controllo del fenomeno incendi richiede oltre al necessario miglioramento dell'apparato difensivo, una maggiore enfasi per la prevenzione, intesa come intervento di modifica delle cause e di attenuazione delle conseguenze.

Cruciale, a tale fine, è la conoscenza delle motivazioni che spingono l'uomo a comportamenti volutamente dannosi, per modificarli con opportune misure, attente al tipo di cultura e sottocultura specifiche del territorio.

Prioritari devono quindi essere gli sforzi per ricostruire il movente o impulso interno, cioè la causa, ragione o incentivo che inducono o scatenano uno specifico impulso, nel caso in esame l'innescò di un evento criminoso, di cui l'autore ben percepisce e conosce la gravità, ma non sempre l'illiceità.

Ciò consente di sfuggire a semplificazioni banali o alla adozione di motivazioni bizzarre od inverosimili, come quelle spesso utilizzate dai mass media, oppure alla comoda quanto scorretta individuazione del piromane come responsabile, utilizzando impropriamente il termine come generico equivalente di incendiario.

Un ausilio notevole deriva dall'utilizzazione di strumenti e tecniche che consentano di interpretare la distribuzione del fenomeno sul territorio, in rapporto alla sua complessità, nonché dalle tecniche di analisi della scena del delitto.

Tale diverso approccio rappresenta il primo passo verso una maggiore importanza, della fase investigativa post-evento, da realizzarsi con il supporto delle strutture istituzionali a ciò deputate.

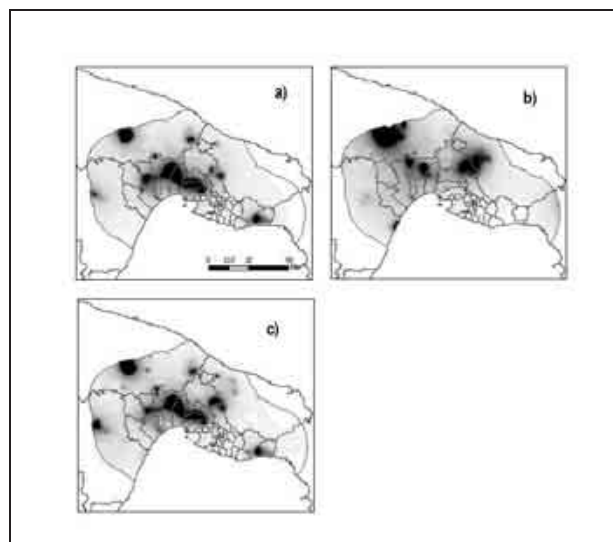


Figura 1. Mappe di densità (periodo 2000-2006) rispettivamente di:
a) cause volontarie, considerando 8 punti di innesco/Km².
b) cause involontarie, considerando 10 punti di innesco/Km².
c) tutti i punti di innesco, considerando 10 punti di innesco/Km².
Figure 1. Kernel density maps (2000-2006) respectively for:
a) voluntary causes (8 points per Km²).
b) involuntary causes (10 points per Km²)
c) all causes together (10 points per Km²).

SUMMARY

FIRES IN THE RURAL SPACE: A PRE-ANNOUNCED DISASTER

The increasing number of forest fires can be coped with only through the application of significant fire prevention efforts. In this sense a crucial role cover knowledge tools, which can help to identify tendencies and concentration of events, interpreting the phenomenon and the complex dynamics of fire in the rural space, its dynamics and motivations and lay down efficacious risk forecast initiatives.

Geographic information tools have a basic role, since they allow to define the spatial distribution of events, making easier the interpretation of a phenomenon which in Italy as elsewhere is an anthropogenic one.

This paper summarizes the classification of fire motivations, recalls techniques for assessing fire origin, the application of kernel density mapping and the Delphi method (an interactive expert-questionnaire process) in order to assess why fires are ignited.

RÉSUMÉ

LES FEUX DANS L'ESPACE RURAL: UN DESASTRE ANNONCÉ

Le nombre croissant d'incendies exige une organisations de defense plus axée sur la prevention; dans ce sens un role fondamental doit être reconnu aux instruments de connaissance qui aident à l'individuation de lignes de tendance et concentration du phénomène, à en interpreter la dynamique et les motivations, à mettre en oeuvre efficaces actions de prevision du risque.

Fondamental c'est le rôle des instrumenst d'information géographique, qui permettent de definir la distributions des point de départ dans l'espace, et ainsi l'interpretation d'un phénomène qui est surtout d'orgine humaine.

Le travail propose une sinthèse sur: classification des incendies par malveillance, methode identification du point de départ du feu (Méthode d'evidence), kernel density, Méthode Delphi.

BIBLIOGRAFIA

- CFS 2002 - *Indagine conoscitiva incendi boschivi*. Stampa New Graphic snc, Roma.
- CFS 2007 - *Incendi boschivi 2007*.
<http://www2.corpoforestale.it/web/guest/serviziattivita/antincendioboschivo/iniziativesperimentazioni/campagna07>.
- Chuvieco E., Congalton R.G., 1998 - *Application of remote sensing and Geographic Information Systems to forest fire hazard mapping*. *Remote Sensing of Environment* 29: 147-159.
- CRIMESTAT II : <http://www.icpsr.umich.edu/NACJD/crimestat.html>.
- De Las heras J., Lovreglio R., Leone V., Salvatore R.,

Giaquinto P., Notarnicola A., 2007 - *Wildfire motivation survey through the Delphi Method*. In: Proceedings Wildfire 2007 4th International Wildfire Conference, Seville, Spain 13-17.5.2007.

Douglas J.E., Burgess A., Burgess G., Ressler R., 1997 - *Crime Classification Manual*, San Francisco, Jossey-Boss.

Leone V., Koutsias N., Martinez Fernandez J., Allgöwer B., Vega Garcia C., Lovreglio R., 2003 - *The human factor in fire danger assessment*. In: Chuvieco Salinero E. (Ed.) *Wildland Fire Danger Estimation and mapping. The role of Remote Sensing Data*. Vol 4, Series in Remote Sensing, World Scientific Publishing Co., New Jersey.

Leone V., Lovreglio R., 2003a - *Human fire causes: a challenge for modelling*. In: Chuvieco E., Martin P., Justice C. (Eds) *Innovative Concepts and Methods in Fire Danger Estimation*. Proceed. 4th Intern. Workshop on Remote Sensing and GIS Applications to Forest Fire Management, Ghent.

Leone V., Lovreglio R., 2003b - *Parco Nazionale del Gargano. Piano di Previsione e Prevenzione contro gli Incendi Boschivi*. Elaborato definitivo.

Leone V., Koutsias N., Martinez Fernandez J., Allgöwer B., Vega Garcia C., Lovreglio R. 2003 - *The human factor in fire danger assessment*. In: Chuvieco Salinero E. (Ed.) *Wildland Fire Danger Estimation and mapping. The role of Remote Sensing Data*. Vol 4, Series in Remote Sensing, World Scientific Publishing Co., New Jersey.

Leone V., Lovreglio R., Martinez Fernandez J., 2002 - *Forest fires and anthropic influences: a study case (Gargano National Park, Italy)*. In: Viegas D.X. (Ed.) *Forest Fire Research & Wildland Fire Safety*, Millipress, Rotterdam.

Lovreglio R., Leone V., 2003 - *Tecniche di indagine delle cause di incendi boschivi*. *L'Italia Forestale e Montana*, 1: 22-33.

Lovreglio R., Leone V., Rodrigues M.J.M., Silletti G., 2008 - *Applicazione del metodo Delphi per l'analisi delle motivazioni degli incendi: il caso Taranto* (*L'Italia Forestale e Montana*, 5: 427-447).

Lovreglio R., Leone V., Giaquinto P., Notarnicola A. 2008a - *Wildfire Cause , Analysis by means of the Delphi Method: Four Case-Studies in Southern Italy* (submitted *Annals of Forest Science*).

Levine N., 2002 - *CrimeStat II [Computer program] A Spatial Statistics Program for the Analysis of Crime Incident Locations (version 2.0)*. Ned Levine and Associates Annandale, VA and The National Institute of Justice Washington, DC.

<http://www.icpsr.umich.edu/NACJD/crimestat.html>.

Martinez Fernandez J., 2004 - *Anàlisis, estimaciòn y cartografia del riesgo humano de incendios forestales*. Tesis doctoral, Universidad de Alcalà de Henares, Facultad de Filosofia y Letras, Departamento de Geografia.

Porrero Rodriguez M.A., 2000 - *Incendios Forestales I. Investigaciòn de causas*. Edizione Mundi-Prensa, Madrid.

Saaty T.H.L., 1980 - *The analytic hierarchy process*. Mac Graw-Hill, New York.

STORIA, SVILUPPI RECENTI E APPLICAZIONI DELLA PREVISIONE DEL PERICOLO DI INCENDIO BOSCHIVO IN ITALIA

(*) *European Commission, Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability, Ispra (VA)*

La storia della previsione del pericolo di incendio boschivo in Italia, gli studi e le applicazioni operative che ne hanno accompagnato l'evoluzione negli ultimi 30 anni fino agli sviluppi più recenti, vengono rivisitati criticamente e in collegamento con quanto avvenuto nel resto d'Europa. Si descrivono le tappe iniziali, con l'impiego di un indice di pericolo mutuato dall'Australia e gli infruttuosi tentativi di adattamento, i successivi studi per elaborare un indice adatto a descrivere le condizioni di pericolo degli incendi invernali nelle regioni dell'arco alpino, fino alla graduale introduzione del metodo canadese FWI (*Fire Weather Index*), a seguito di studi svolti a scala europea e in linea con le evoluzioni negli altri paesi e nell'ambito del sistema EFFIS (*European Forest Fire Information System*). Nella fase attuale la sfida è concentrare le ricerche sui fondamenti di tale metodo, per affinarne le funzioni di calibrazione e adattarlo al meglio alle nostre condizioni.

Parole chiave: incendi boschivi, indici meteorologici, previsione del pericolo di incendio.

Key words: forest fires, meteorological indices, fire danger rating.

Mots clés: feux des forêts, indices météorologiques, prévision du risque d'incendie.

La previsione del pericolo di incendio boschivo consiste nel monitoraggio giornaliero delle condizioni predisponenti per informare i servizi di prevenzione, avvistamento ed estinzione su probabilità, diffusione e difficoltà di controllo di potenziali incendi. Si tratta naturalmente di un'attività che riveste un interesse diverso in funzione della scala territoriale cui si rivolge (Aguado e Camia, 1998) e dello scopo che si prefigge. I metodi di previsione del pericolo di incendio costituiscono un potente strumento per modulare nel tempo, in modo oggettivo, il servizio di protezione dagli incendi, in funzione del livello di allerta richiesto (Camia e Bovio, 2001). Con questo contributo si intendono ripercorrere criticamente la storia della previsione del pericolo di incendio in Italia, gli studi e le applicazioni operative che ne hanno accompagnato l'evoluzione negli ultimi 30 anni fino agli sviluppi più recenti e le prospettive per il futuro, in collegamento a quanto avvenuto nel resto d'Europa.

La previsione del pericolo è stata realizzata in modo sistematico in Italia a partire dall'inizio degli anni '80 con l'applicazione, nelle stazioni del Corpo Forestale dello Stato provviste di stazioni meteorologiche, di un metodo suggerito nella consultazione tecnica FAO/UNESCO del 1977 (Reifsnyder, 1977).

Il metodo consisteva nel calcolo giornaliero di un indice di pericolo meteorologico, sostanzialmente mutuato da uno degli indici utilizzati in Australia, il Mark5 *Forest Fire Danger Meter* sviluppato per i boschi di *Eucalyptus* (McArthur, 1967). Un regolo calcolatore consentiva di determinare il valore dell'indice a partire dalla lettura dei dati meteorologici (in Fig. 1 il regolo utilizzato in Australia, e l'analogo tradotto in Italiano).

L'indice poteva anche essere determinato in forma algebrica con semplici equazioni (Noble *et al.*, 1980) per un'implementazione informatizzata del modello. I coefficienti dell'equazione nella versione Italiana (Palmieri e Cozzi, 1983; Palmieri *et al.*, 1993; Ventura *et al.*, 2001) sono leggermente diversi dall'originale, ma il valore

dell'indice risultante è sostanzialmente equivalente, con differenze che anche nei casi estremi non superano il 10% (Camia, 1996).

L'espressione di base dell'indice Mark5 contiene un indicatore di aridità e una funzione esponenziale con temperatura e umidità relativa dell'aria e velocità del vento. Il metodo è fondato sull'analisi di osservazioni di campo in più di 800 incendi (Sharples *et al.*, 2008), è ancora oggi usato nell'Est Australia per la classificazione del grado di pericolo di incendio e fornisce una misura relativa della difficoltà di estinzione attesa del giorno.

In Italia si è rivelato presto inadatto a descrivere le condizioni di pericolo nelle regioni settentrionali, dove gli incendi sono prevalentemente nel periodo invernale-primaverile, con condizioni molto lontane dall'estate di tipo mediterraneo delle regioni australiane dove è nato. Per ovviare a questo inconveniente si è tentata un'applicazione leggermente modificata dell'algoritmo, eliminando la temperatura dell'aria dal calcolo, ma senza particolare successo. Questo è ovviamente spiegabile data la natura empirica dell'indice stesso, che difficilmente consente modifiche arbitrarie senza minarne le capacità predittive.

Inoltre l'indice era impiegato in Italia utilizzando in entrata la lettura dei dati meteorologici eseguita alle 9:00 del mattino, momento che non corrisponde al picco di pericolosità degli incendi tipicamente nel primo pomeriggio. Tale applicazione non era del tutto conforme a quanto indicato dagli autori del metodo, calibrato empiricamente in Australia per una lettura a metà giornata.

Probabilmente anche a causa dei motivi indicati l'indice, nonostante la solidità dei fondamenti e la vasta sperimentazione alla base del suo sviluppo, non ha dato in definitiva i risultati sperati né per gli incendi estivi né per quelli invernali, e negli anni l'applicazione del metodo è andata gradualmente diminuendo d'importanza operativa un po' ovunque in Italia.

L'Università di Torino negli anni '80 ha sviluppato un indice denominato IREPI (Indice di Riduzione Evapotra-

spirazionale per il Pericolo di Incendio) (Bovio *et al.*, 1984) che è risultato più adatto alla previsione degli incendi invernali nelle regioni dell'arco alpino.

Il metodo si prefiggeva di superare gli inconvenienti riscontrati con l'applicazione dell'indice australiano nell'Italia settentrionale, e si basava sul confronto tra l'evapotraspirazione reale (ETR) e la potenziale (ETP), calcolate rispettivamente con un modello empirico sviluppato per foreste di caducifoglie (Item, 1974) e il metodo di Penman (Penman, 1956). La formulazione di IREPI consente di valutare il deficit idrico del suolo attraverso la quantificazione della riduzione percentuale di ETR rispetto a ETP. Il metodo è stato testato con successo e adottato per alcuni anni in Valle d'Aosta e poi in Piemonte (Camia, 1996; Bovio *et al.*, 1999). La sua diffusione è stata in seguito relativamente limitata, in parte per la complessità degli algoritmi, che imponevano l'implementazione con calcolatore, ma anche per la necessità di avere strumenti di misura non sempre disponibili nelle più comuni dotazioni delle stazioni meteorologiche.

Nel corso degli anni '90 progetti successivi co-finanziati dalla Commissione Europea quali MINERVE I e MINERVE II (Bovio e Camia, 1996; Bovio e Camia, 1997a), MEGAFIRES (Bovio *et al.*, 1998; Camia *et al.*, 1999) hanno consentito di impostare una linea di ricerca comunitaria sul tema della previsione del pericolo di incendio, basata sul confronto dei diversi metodi applicati nell'Europa mediterranea, negli Stati Uniti, in Canada ed in Australia. Il principale risultato di questo sforzo della comunità scientifica europea è la conclusione che il metodo sviluppato in Canada noto con la sigla FWI (*Fire Weather Index*) (Van Wagner, 1987; Stocks *et al.*, 1989), presenta caratteristiche di robustezza e affidabilità tali da poter essere applicato con successo nella diversità degli ambienti europei, negli ecosistemi boreali come in quelli temperati o mediterranei (Viegas *et al.*, 1996; Viegas *et al.*, 2000).

Il sistema FWI ha sei componenti (Fig. 2) che stimano il contenuto di umidità dei combustibili e il potenziale comportamento del fuoco in assenza di pendenza in popolamenti maturi di *Pinus contorta* e *Pinus banksiana*, considerati come tipologie di combustibili forestali standard per la loro grande diffusione in Canada (Forestry Canada Fire Danger Group, 1992).

I calcoli dell'indice sono basati su misurazioni quotidiane alle 12:00 di temperatura, umidità relativa, velocità del vento e precipitazioni nelle 24 ore precedenti. I primi tre componenti (FFMC, DMC e DC) sono indicatori numerici del contenuto di umidità del sottobosco e dei primi strati del suolo a diverse profondità. Questi componenti informano su possibilità di innesco legata alla infiammabilità dei combustibili leggeri (FFMC), consumo di combustibile legnoso di medie dimensioni e di materiale organico nei primi strati del suolo (DMC), consumo di combustibile legnoso di maggiori dimensioni e potenziale di combustione sotterranea e quindi delle difficoltà di bonifica per le condizioni di umidità degli strati organici più profondi del suolo (DC) (Alexander, 2008).

Gli ultimi tre componenti del sistema FWI sono indici comportamento, ed in particolare l'indice di velocità di propagazione iniziale del fuoco (ISI) dato dalla combinazione di FFMC e velocità del vento, l'indice di combustibile disponibile (BUI) dato dalla combinazione di DMC e

DC, e infine l'indice FWI, indicatore della intensità lineare del fronte di fiamma e cioè del tasso di produzione di energia per unità di lunghezza del fronte, secondo la formulazione di Byram (Byram, 1959). Di fatto ogni singolo componente del sistema FWI è un indice di pericolo di incendio, che rivela aspetti diversi del pericolo stesso, che sono in definitiva difficili da sintetizzare con un solo numero (Alexander, 2008).

Dalla seconda metà degli anni '90 il sistema FWI è stato via via studiato e quindi introdotto per applicazioni operative in diverse realtà italiane, ad esempio in Sardegna (Bovio e Camia, 1997b), Liguria (Bovio e Camia, 2004), Valle d'Aosta (Regione Autonoma Valle d'Aosta, 2005), Piemonte (Regione Piemonte, 2007), Veneto (Valese *et al.*, 2008), e proposto per i parchi naturali (Bovio e Camia, 2001).

Si è in seguito andato ulteriormente diffondendo in molti contesti; permangono tuttavia numerose interpretazioni metodologiche sulle precise modalità di applicazione del metodo, ad esempio nella scelta delle classi di pericolo, nelle calibrazioni preliminari, nella spazializzazione dell'indice. Le incertezze sono in parte dovute a questioni aperte per le quali sono ancora necessari studi e sperimentazioni (Alexander, 2008; Camia e Amatulli, *in press*) ma in parte sono anche dovute allo scarso approfondimento sui fondamenti del metodo (Camia e San-Miguel-Ayanz, 2005).

Gli studi di calibrazione per l'adattamento del metodo in Italia fino ad ora si sono per lo più rivolti all'individuazione delle classi di pericolo, intese come *range* di FWI, che corrispondessero al meglio a scenari giornalieri di frequenze di incendio attese, o alla predeterminata definizione della frequenza di giorni ricadenti in definite classi di pericolo, ricavata da osservazioni storiche (ad es. Bovio e Camia, 1997b). Il metodo dell'individuazione delle classi di FWI in base ad una serie geometrica definita a partire dalla frequenza dei giorni che si intendono far ricadere nella classe di pericolo estremo è stata originariamente proposta dagli autori del metodo (Van Wagner, 1987) e le analisi più recenti ed approfondite hanno proposto di modulare le classi di pericolo in base alla stagione o al mese (Francesetti *et al.*, 2004; Viegas *et al.*, 2004).

Si ritiene che oggi, grazie alle nuove conoscenze acquisite sul comportamento del fuoco, gli studi che hanno accompagnato questi primi anni di applicazione operativa del metodo in Italia possano e debbano essere proseguiti nella direzione di una calibrazione del sistema FWI che tenga maggiormente conto della vera natura del metodo e di tutti i sotto-indici che lo compongono. Il sistema FWI in definitiva fornisce informazioni sullo stato dei combustibili e sul comportamento atteso del fuoco in condizioni standard, e attraverso queste consente di valutare il grado di pericolo in termini di difficoltà di controllo di eventuali incendi. E quest'ultima deve essere utilizzata quale criterio principale per definire le classi di pericolo. Lo stato attuale delle conoscenze permette ormai un'evoluzione in tal senso del lavoro di adattamento alle condizioni italiane ed europee del metodo sviluppato in Canada, ed esempi di calibrazioni dell'indice in ambito europeo che vanno in questa direzione sono già disponibili in letteratura (Palheiro *et al.*, 2006).

Per una trattazione più approfondita su questo tema si rimanda all'interessante discussione per la calibrazione del sistema FWI in Nuova Zelanda (Alexander, 2008).

Analogamente a quanto avvenuto in Italia, in altri paesi mediterranei e nell'Unione Europea il sistema FWI si è andato negli ultimi anni affermando. La Commissione Europea, in particolare su iniziativa della DG *Environment* con il *Joint Research Centre (JRC)*, a partire dalla fine degli anni '90 ha lavorato e tuttora lavora allo sviluppo e implementazione del sistema noto come EFFIS (*European Forest Fire Information System*) finalizzato a fornire un supporto operativo ai servizi antincendi boschivi in Europa (European Commission, 2008). Per il modulo di previsione del pericolo di incendio di EFFIS, dopo alcuni anni durante i quali si sono calcolati in forma sperimentale vari indici selezionati tra quelli impiegati nei diversi stati (Camia e Bovio, 2000; Camia e Bovio, 2001), è stato adottato FWI come metodo di riferimento per prevedere il pericolo di

incendio boschivo a scala europea (Camia *et al.*, 2006). Il sistema EFFIS da marzo a ottobre produce e pubblica ogni giorno sul web (<http://effis.jrc.ec.europa.eu/>) le mappe del pericolo di incendio in Europa sulla base del metodo FWI, fornendo previsioni fino a sei giorni.

Intense attività di ricerca sono in corso per migliorarne l'applicazione in ambito europeo, da parte del JRC e in molti paesi dell'Europa mediterranea, temperata e boreale. Si spera che lo sforzo congiunto focalizzato sul metodo comune possa portare a significativi avanzamenti della sua comprensione e adattamento progressivo alle nostre realtà, e in definitiva ad una rafforzata robustezza e utilità del suo impiego. Dopo alcuni anni d'incertezza e di alterne vicende, la strada sembra tracciata.

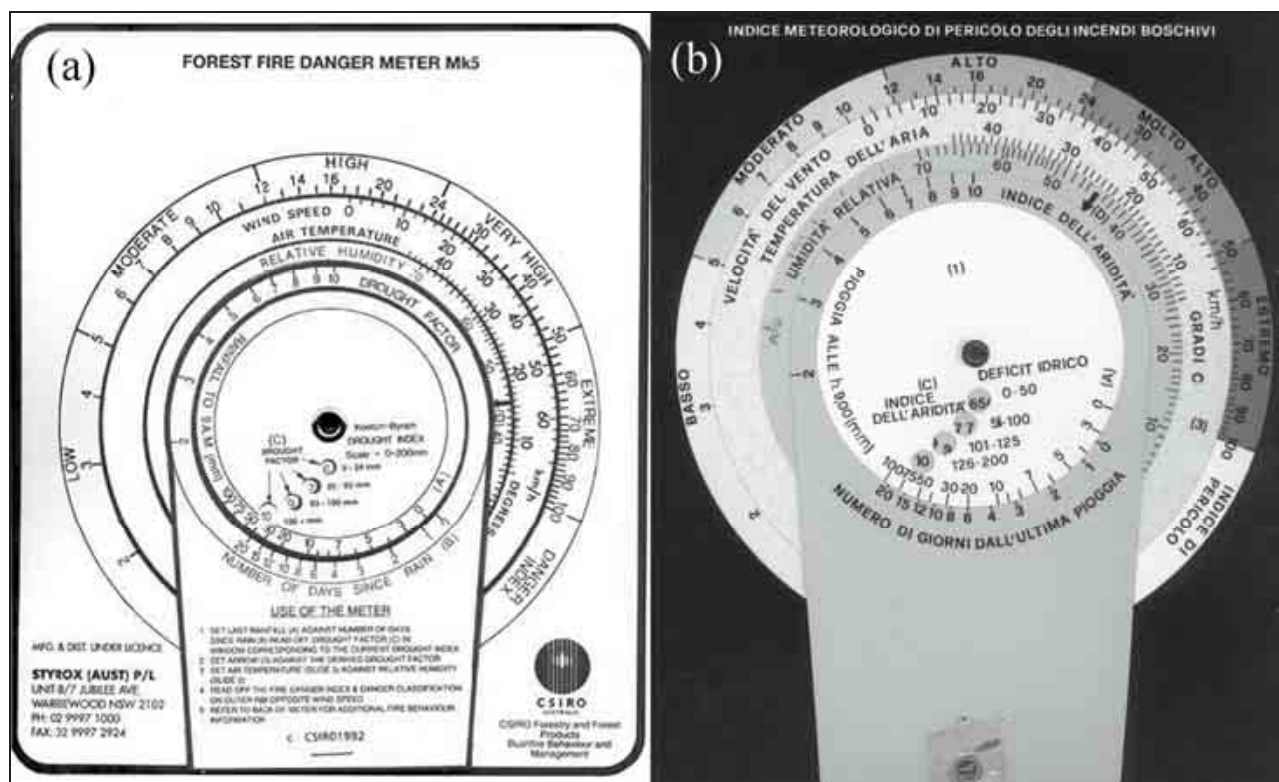


Figura 1. Regolo utilizzato in Australia per il calcolo dell'indice di pericolo di incendio boschivo McArthur Mk5 (McArthur, 1967) (a) e l'analogo utilizzato in Italia dai primi anni '80 (b).

Figure 1. Meter used in Australia to calculate the McArthur Mk 5 (McArthur, 1967) Forest Fire Danger Index (a) and the corresponding one used in Italy since the beginning of the '80s (b).

Figure 1. Règle utilisé en Australie pour calculer l'indice du risque d'incendie de forêts McArthur Mk5 (McArthur, 1967) (a) et le correspondant utilisé en Italie a partir des années '80 (b).

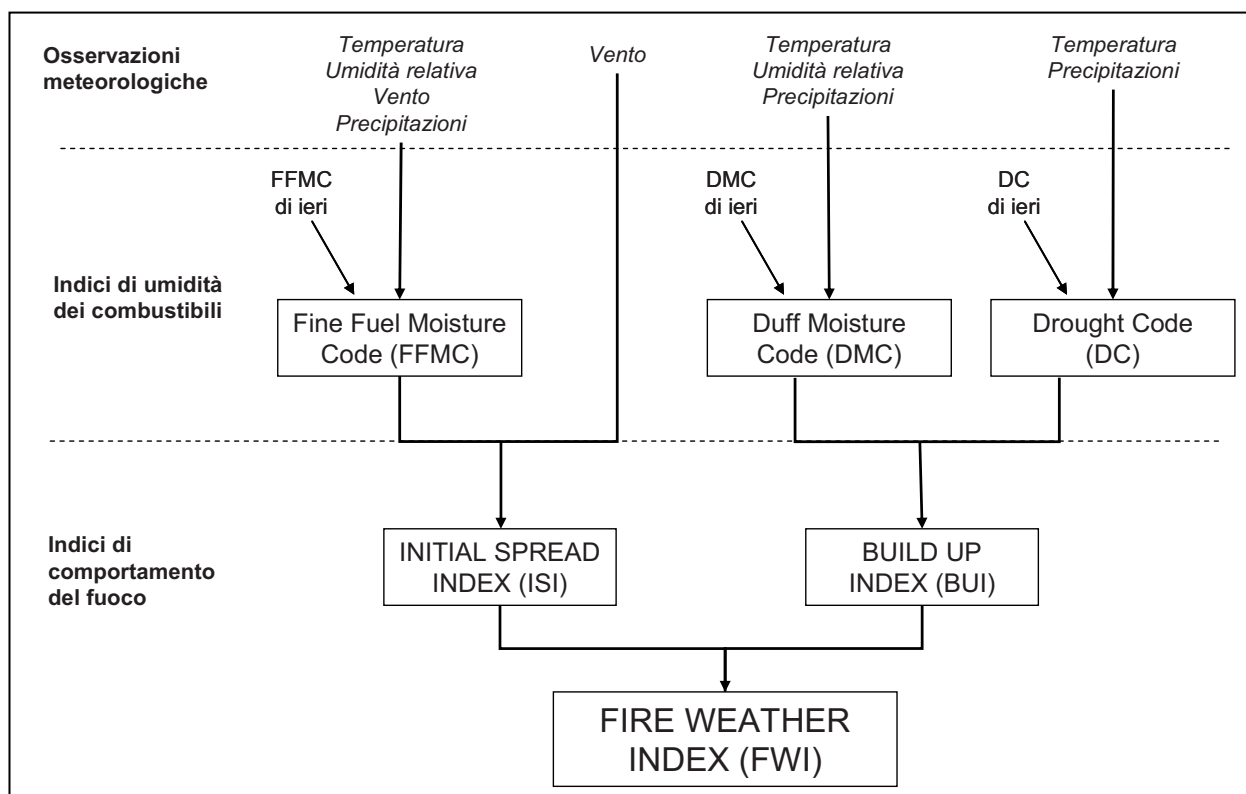


Figura 2. Struttura del sistema canadese di previsione meteorologica del pericolo di incendio *Fire Weather Index* (da Lawson e Armitage 2008, modificato).
 Figure 2. Structure of the Canadian Forest Fire Weather Index System (adapted from Lawson and Armitage, 2008).
 Figure 2. Structure du système canadien de prévision météorologique du risque d'incendie de forêts (adapté de Lawson et Armitage, 2008).

SUMMARY

HISTORY, RECENT DEVELOPMENTS AND APPLICATIONS OF FOREST FIRE DANGER RATING IN ITALY

The history of fire danger rating in Italy, with the studies and operational applications that have accompanied its evolution during the last 30 years are critically reviewed within a European framework. The initial phases are described, with the application of an index taken from an Australian fire danger meter and the unsuccessful attempts to adapt it, then the subsequent studies to develop an index suitable to rate fire danger in the winter fire season of the Alpine regions, until the gradual introduction of the Canadian FWI (*Fire Weather Index*), following European studies and the parallel developments in other countries and within the framework of the EFFIS (*European Forest Fire Information System*). Today the challenge is to focus the research efforts on the foundations of the method to adjust the calibration functions and better adapt it to our conditions.

RÉSUMÉ

HISTOIRE, DEVELOPPEMENTS RECENTS ET APPLICATIONS DE LA PREVISION DU RISQUE D'INCENDIE EN ITALIE

L'histoire de la prévision du risque d'incendie de forêts en Italie, les études et applications opérationnelles qui en ont accompagné l'évolution au cours des 30 dernières années jusqu'à nos jours, sont revues dans le cadre européen. Les étapes initiales d'utilisation d'un indice de risque australien et les essais infructueux de son adaptation sont décrites ainsi que les études successives visant à élaborer un indice de risque adapté aux incendies d'hiver dans les Alpes. Enfin est présentée la mise en place progressive de la méthode canadienne FWI (*Fire Weather Index*) suite aux études réalisées à l'échelle européenne et en accord avec l'évolution dans d'autres pays européens et dans le cadre d'EFFIS (*European Forest Fire Information System*). Aujourd'hui le défi consiste à axer la recherche sur les fondements de cette méthode, afin d'affiner les fonctions de calibration et de mieux l'adapter à nos conditions.

BIBLIOGRAFIA

- Aguado I., Camia A., 1998 - *Fundamentos y utilización de índices meteorológicos de peligro de incendio*. Serie Geográfica, Incendios Forestales. 7: 49-58.
- Alexander M. E., 2008 - *Proposed revision of fire danger class criteria for forest and rural areas in New Zealand*. National Rural Fire Authority, Wellington, in association with the Scion Rural Fire Research Group, Christchurch, pp. 62.
- Bovio G., Camia A., 1996 - *Fire Danger Rating Study in Northwestern Italy*. Scientific Report of Minerve II Project. EC-DGXII, pp. 19.
- Bovio G., Camia A., 1997a - *Fire danger rating and land features in Winter-Spring seasons of Northwestern Italy*. Report of Minerve Project. EC-DGXII, pp. 19.
- Bovio G., Camia A., 1997b - *Previsione del pericolo di incendio boschivo in Sardegna*. L'Italia Forestale e Montana, 52(6): 405-428.
- Bovio G., Camia A., 2001 - *Linee di pianificazione antincendi boschivi nei parchi naturali* Annali dell'Accademia Italiana di Scienze Forestali, 49-50: 243-272.
- Bovio G., Camia A., 2004 - *Applicazione di metodi di previsione del pericolo di incendio boschivo in Liguria*. Linea Ecologica, 36(6): 47-55.
- Bovio G., Camia A., Francesetti A., Gottero F., 1998 - *Meteorological Danger Indices for Large Fires Danger Rating*. Scientific Report of MEGAFiReS Project. EC-DGXII, pp. 24 + Figures and Tables.
- Bovio G., Camia A., Gottero F., 1999 - *Piano Regionale per la difesa del patrimonio boschivo dagli incendi 1999-2001*. Regione Piemonte. Assessorato Economia Montana e Foreste. pp. 197.
- Bovio G., Quagliano A., Nosenzo A., 1984 - *Individuazione di un indice di previsione per il pericolo di incendi boschivi*. Monti e Boschi, (4): 39-44.
- Byram G. M., 1959 - *Combustion of forest fuels*. In: Forest Fire: Control and Use. Davis K. P. (Ed.). New York, McGraw-Hill: 155-182.
- Camia A., 1996 - *Scientific studies on forest fire danger rating and fire behaviour prediction in Piedmont*. In: P.A.R.I. Project, Ouverture Programme, EC-DGXIV, 351-360.
- Camia A., Amatulli G., in press - *Weather factors and fire danger in the Mediterranean*. In: Earth Observation of Wildland Fires in Mediterranean Ecosystems. Chuvieco E. (Ed.), Springer.
- Camia A., Barbosa P., Amatulli G., San-Miguel-Ayaz J., 2006 - *Fire danger rating in the European Forest Fire Information System (EFFIS): current developments*. In: V International Conference on Forest Fire Research, Figueira da Foz, Portugal.
- Camia A., Bovio G., 2000 - *Description of the indices implemented in EUDIC software for the European meteorological forest fire risk mapping*. Report of Contract: "Computation of meteorological fire danger indices for Southern Europe". JRC-SAI (European Commission), Ispra, pp. 29.
- Camia A., Bovio G., 2001 - *Sistema europeo di previsione del pericolo di incendio boschivo: basi metodologiche e prime applicazioni*. In: III Congresso Nazionale SISEF. Alberi e foreste per il nuovo millennio, Viterbo.
- Camia A., Bovio G., Aguado I., Stach N., 1999 - *Meteorological fire danger indices and remote sensing*. In: Remote Sensing of Large Wildfires in the European Mediterranean Basin. Chuvieco E. (Ed.), Springer-Verlag: 39 - 59.
- Camia A., San-Miguel-Ayaz J., 2005 - *Remote sensing inputs to forest fire danger rating*. In: EARSEL 5th International Workshop on Remote Sensing and GIS Applications to Forest Fire Management, Zaragoza, Spain.
- European Commission, 2008 - *Forest Fires in Europe 2007*. EUR 23492 EN. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, pp. 77.
- Forestry Canada Fire Danger Group, 1992 - *Development and Structure of the Canadian Forest Fire Behaviour Prediction System*. Forestry Canada, pp. 63.
- Francesetti A., Bovio G., Guglielmet E., Camia A., Chuvieco E., 2004 - *Performance of Meteorological Danger Indices (MDI) to predict fire occurrence and critical fire days in EUMed*. Integration of Meteorological indices with Earth Observed (EO) data. SPREAD Project (EC Contract number EVG1-CT-2001-00043). Deliverable D132, pp. 33.
- Item H., 1974 - *A model for the water regime of a deciduous forest*. Journal of Hydrology, 21: 201-210.
- Lawson B. D., Armitage O. B., 2008 - *Weather Guide for the Canadian Forest Fire Danger Rating System*. Natural Resources Canada, Canadian Forest Service, Edmonton, AB, pp. 73.
- McArthur A. G., 1967 - *Fire behaviour in Eucalypt forests*. Leaflet No. 107. Department of National Development, Forestry and Timber Bureau, Canberra, Australia.
- Noble I. R., Bary G. A. V., Gill A. M., 1980 - *McArthur's fire danger meters expressed as equations*. Australian Journal of Ecology, 5: 201-203.
- Palheiro P., Fernandes P., Cruz M. G., 2006 - *A fire behaviour-based fire danger classification for maritime pine stands: comparison of two approaches*. In: V International Conference on Forest Fire Research, Figueira da Foz, Portugal.
- Palmieri S., Cozzi R., 1983 - *Il ruolo della meteorologia nella prevenzione e controllo degli incendi boschivi*. Riv. Meteor. Aer., 43(4).
- Palmieri S., Inghilesi R., Siani A. M., 1993 - *Un indice meteorologico di rischio per incendi boschivi*. In: Seminar on fighting forest fires, Salonicco (Grecia).
- Penman H. L., 1956 - *Estimating Evaporation* Trans. Amer. Geophys. Union, 37(1): 43-50.
- Regione Autonoma Valle d'Aosta, 2005 - *Piano per la prevenzione e lo spegnimento degli incendi boschivi*. Servizio Selvicoltura, Difesa e Gestione del Patrimonio Forestale, Assessorato Agricoltura Foreste e Ambiente Naturale, Aosta.
- Regione Piemonte, 2007 - *Piano Regionale per la programmazione delle attività di previsione, prevenzione e lotta attiva contro gli incendi boschivi 2007-2010*. Settore Antincendi Boschivi e Rapporti con il Corpo Forestale dello Stato. pp.155
- Reifsnnyder W. E., 1977 - *A fire danger rating system for the Mediterranean region*. In: FAO/UNESCO Technical Consultation on Forest Fires in the Mediterranean Region (in collaboration with IUFRO), Marseille (France), FAO, Rome.
- Sharples J. J., McRae R. H. D., Weber R. O., Gill A. M.,

- 2008 - *A simple index for assessing fire danger rating*. Environmental Modelling & Software, (in press).
- Stocks B. J., Lawson B. D., Alexander M. E., Van Wagner C. E., McAlpine R. S., Lynham T. J., Dubé D. E., 1989 - *The Canadian Forest Fire Danger Rating System: An overview*. The Forestry Chronicle, 65: 258-265.
- Valese E., Anfodillo T., Rossi S., Carraro V., Deslauriers A., Carrer M., Monai M., Lemessi A., Ramon E., 2008 - *Realizzazione di un sistema di calcolo e di spazializzazione dell'indice canadese di pericolo d'incendio boschivo FWI (Fire Weather Index) per la Regione Veneto*. Forest@ 5(1): 176-186.
- Van Wagner C. E., 1987 - *Development and structure of the Canadian Forest Fire Weather Index System*. Canadian Forestry Service, Ottawa, Ontario, pp. 37.
- Ventura F., Marletto V., Zinoni F., 2001 - *Un metodo per il calcolo dell'indice meteorologico*. Sherwood - Foreste ed Alberi Oggi, 68(6).
- Viegas D. X., Bovio G., Camia A., Ferreira A., Sol B., 1996 - *Testing Meteorological Fire Danger Methods in Southern Europe*. In: 13th Conference on Forest Fire and Meteorology, Lorne, Australia.
- Viegas D. X., Bovio G., Ferreira A., Nosenzo A., Sol B., 2000 - *Comparative study of various methods of fire danger evaluation in southern Europe*. International Journal of Wildland Fire, 9(4): 235 - 246.
- Viegas D. X., Reis R. M., Cruz M. G., Viegas M. T., 2004 - *Calibração do Sistema Canadano de Perigo de Incêndio para Aplicação em Portugal*. Silva Lusitana, 12(1): 77-93.

LE AZIONI POLITICHE PER LA DIFESA DEL BOSCO DAGLI INCENDI

(*) *Corpo Forestale dello Stato, Ispettorato Generale, Roma*

Gli incendi boschivi hanno dimensione mondiale. Per contrastarli si deve pensare a realizzare una costante attività di prevenzione, attiva e passiva, indirizzata in particolare modo, a tutto il vasto mondo rurale ed agro-silvo-pastorale.

Il problema non accenna ad arrestarsi, nonostante i tanti sforzi prodotti dall'Unione Europea, che nel corso degli anni, con successivi Regolamenti, ha investito molto, nell'ordine di centinaia di milioni di euro.

I vari sistemi e metodi di previsione del rischio di incendio, elaborati nel tempo a livello internazionale, hanno l'obiettivo di definire il grado di probabilità del verificarsi dell'evento dannoso. Si è elaborato, per l'Umbria, un indice di rischio, correlando l'elemento probabilistico, la boscosità dell'area, il valore meteo.

La Legge 353 del 2000 introduce nuove misure per combattere gli incendi boschivi imponendo divieti e aumentando le pene; ma occorre soprattutto una politica di prevenzione, incentrata nel coinvolgimento diretto degli operatori agricoli.

La proprietà forestale dovrebbe poter trovare nel sostegno pubblico, attuato anche con la defiscalizzazione degli interventi di salvaguardia dei boschi, una rinnovata economicità degli interventi selvicolturali, senza i quali aumenta il rischio d'incendio.

Parole chiave: incendi boschivi, prevenzione, cause, azioni politiche.

Key words: forest fires, prevention, causes, policy actions.

Mots clés: les incendies de forêt, la prévention, causes, actions politiques.

1. PREMESSA

Ogni anno torna puntuale la piaga degli incendi boschivi, assumendo le dimensioni e le caratteristiche di una vera calamità sulla natura, causata sempre dalla mano dell'Uomo, per colpa o per dolo. Il problema non è recente, ma va indietro negli anni. Gli incendi boschivi sono spesso come ci confermano le statistiche forestali, l'effetto non voluto, né progettato, di un anomalo quanto errato uso del fuoco riconducibile ad attività agro-silvo-pastorali. Nel mondo contadino, ieri come oggi, il fuoco è usato per bruciare le stoppie, per ripulire i bordi dei campi dalle erbe infestanti, per bruciare i residui delle potature, per favorire il rigetto della vegetazione pascoliva. Pratiche ancestrali, che un tempo erano condotte però con maggiore esperienza e cautela. Ed anche quando il fuoco sfuggiva al controllo dell'uomo, veniva circoscritto e spento da una moltitudine di contadini, spinti da un diffuso spirito mutualistico. Difficilmente di usava l'acqua; si batteva il fuoco radente e si praticava per lo più il controfuoco, facendo così terra bruciata di fronte all'incendio che avanzava. Operazione rischiosa, ma molto efficace, praticata da chi col fuoco aveva dimestichezza quotidiana (Calabri, 1991).

Sin verso la fine degli anni '50 gli incendi boschivi erano limitati nel numero, circa 600 l'anno e nell'estensione, bruciata in media 8000 ettari l'anno. La situazione si aggravava decisamente e drammaticamente a partire dagli inizi degli anni '70, con il forte esodo dalle campagne a seguito dell'industrializzazione del Paese e con la progressiva mobilità veicolare; si passa dalle poche migliaia di ettari di superficie forestale percorsa dal fuoco a decine di migliaia di ettari (Leone, 1996). Questa antica società contadina, pur con le sue diverse regole e con i profondi cambiamenti strutturali maturati nel corso degli anni, non ha confini ge-

ografici. Tant'è che l'incendio boschivo ha portata mondiale. Dall'Europa mediterranea, alla California, sino alla Russia!!

Il problema è dunque vasto e non accenna ad arrestarsi nonostante i tanti sforzi prodotti dall'Unione Europea, che, nel corso degli anni, ha investito molto, nell'ordine di centinaia di milioni di euro, con i diversi Regolamenti Comunitari (Colletti, 2005). Nel periodo 1992-2001 la Commissione Europea con i Regolamenti (CEE) n° 2158/1992 e n° 308/1997 ha approvato 810 progetti per complessivi 113,4 milioni di euro; nel periodo 2003-2006, per l'attività di prevenzione incendi boschivi, la Commissione Europea con il Reg. (CE) n° 2152/2003 – sistema Forest-Focus, ha impegnato 9,4 milioni di euro. Vanno poi considerati i finanziamenti derivanti dai programmi di sviluppo rurale realizzati con il Reg. (CE) 1698/2005, in base al quale sono state finanziate misure di prevenzione antincendio e di ripristino ambientale per i danni del fuoco, per 280 milioni di euro (COM, 2002).

2. DOVE GLI INCENDI?

Nel 1925 su 7173 ettari di terreno bruciato in tutta Italia, 1.105 sono stati quelli della Sardegna, situazione quest'ultima da sempre molto particolare per l'intensa attività pastorale. In questi ambienti si ricorreva e spesso si continua a ricorrere al fuoco non solo come pratica "miglioratrice" dei pascoli, ma anche per aumentare gli spazi disponibili o per esercitare azioni di vendetta (Corrado, 1985/a). C'è l'abitudine ad incendiare la macchia prima delle piogge autunnali per accelerare il germogliare dell'erba. Questi temibili incendi distruggono ogni anno in media da 1.000 a 1.500 ettari di zone cespugliate e di foreste (Le Lannou, 1984).

Nelle foreste dell'area del Mediterraneo si registrano, in media negli ultimi venti anni, oltre 50.000 incendi, che bruciano da 500.000 a 700.000 ettari, pari all'1,3 -1,7% del patrimonio forestale qui presente (Tabella 1 e 2). In Italia si sviluppano mediamente circa 9.000 incendi l'anno, con una superficie colpita dal fuoco di oltre 90.000 ettari e si concentrano per l'80% tra luglio e settembre, con particolare frequenza e pericolosità nelle zone di media ed alta collina in Calabria, Campania, Sicilia e Sardegna. Una forte concentrazione di incendi estivi (Figura 1) si registra nelle aree appenniniche dell'Italia centro meridionale ed insulare, in corrispondenza di una fascia altitudinale che arriva sino a 500 - 700 metri s.l.m., là dove i boschi si inframezzano o si interpongono a terreni agrari, quando in estate la vegetazione erbacea è secca; mentre al di sopra degli 800 - 1000 metri il problema incendi si riduce di molto, perché, a tali altitudini, nello stesso periodo, la stessa vegetazione si mantiene verdeggianti. A fine inverno-inizio primavera, in presenza di una marcata aridità del suolo, dopo il gelo invernale, (Figura 2) questi incendi, il 20% del totale, si sviluppano in particolare nell'areale alpino e sulla dorsale appenninica oltre i 500 - 700 m.s.l.m.

Purtroppo si ricorre al fuoco a tutte le latitudini, come usuale pratica agronomica; conseguentemente i boschi limitrofi a seminativi e pascoli corrono un più forte pericolo di bruciare, perché è mutata la presenza umana in campagna (Bovio, 2002). Infatti tra le cause di pericolo vi è il diminuito presidio nelle campagne, come si può intendere dalla correlazione tra incendi ed occupati in agricoltura (Figura 3).

Altro elemento di pericolo e di propensione al fuoco è il venir meno di una buona selvicoltura. L'accumularsi di materiale legnoso secco è conseguenza dell'abbandono di molte pratiche selvicolturali, quali: diradamenti, ripuliture, la raccolta del frascame, lo stesso pascolo sono efficaci mezzi per controllare il sottobosco ed allontanare il pericolo del fuoco; tali operazioni colturali non vengono più regolarmente effettuate ed anche le stesse utilizzazioni boschive sono in molte realtà territoriali in calo, in ragione del loro alto costo e della inconsistente remunerazione economica (Pettenella, 1999).

3. LE CAUSE: COLPA O DOLO?

L'esperienza maturata negli anni ha dimostrato che nella stragrande maggioranza dei casi gli incendi boschivi colpiscono ripetutamente le stesse aree, in ragione del dato climatico-meteorologico e di quello vegetazionale (fattori predisponenti) e dell'elemento antropico scatenante (Corrado, 1981). Non pare credibile accreditare la causa degli incendi boschivi all'azione di pazzi piromani, perché se così fosse, dovrebbero essere presenti e circolare liberamente in lungo ed in largo lungo tutto il bacino del Mediterraneo! Stando agli studi di criminologia, secondo quanto riporta il Susmel ed altri Autori (Corrado, 2007) "i veri e propri piromani sono così rari da metterne in dubbio l'esistenza; una leggenda quindi da sfatare. I quadri psicologici in cui l'incendiario è una realtà che li identifica come epilettici e dementi, come deboli di mente e ritardati psicotici, rilevano altresì che il bosco è un loro obiettivo in numero molto circoscritto".

Il dolo è statisticamente predominante, oltre il 60% (Figura. 4), ma va rammentato che questo dato è definito su ipotesi soggettive e non da risultanze giudiziarie. Rimarchiamo come annualmente in media, ben il 93% degli incendi boschivi resta a carico di ignoti e solo per il restante 7% viene identificato il presunto autore. Nel 2007 delle 596 persone denunciate all'Autorità Giudiziaria solo 57 sono state quelle con a carico l'accusa di incendio doloso. Indicare un incendio come doloso vuol dire aver individuato il movente dell'azione criminosa, ma troppe volte ciò non accade: nel periodo 2000-2007 per il 21% delle 235 persone segnalate all'A.G. "la motivazione non è stata ben definita" (C.F.S., 2007).

La causa della dolosità non si presenta in modo uniforme su tutto il territorio; esistono realtà geografiche quali la Calabria, la Sicilia, la Sardegna dove l'incendio boschivo trova specifici e ben noti moventi riconducibili al lavoro nei cantieri forestali o nella pastorizia. Si è convinti che l'incendio boschivo sia in gran parte l'effetto, spesso non voluto, né progettato, di un anomalo quanto errato uso del fuoco riconducibile ad attività agro-silvo-pastorali e più in generale al contesto rurale. Nel periodo 2000-2007 sono state segnalate dal C.F.S. all'Autorità Giudiziaria per incendio colposo 2.844 persone, che è un buon campione d'analisi; per l'80% dei denunciati, la motivazione è strettamente riconducibile ad attività agro-pascolive. Ad analoghe conclusioni perviene la Commissione Europea, per la quale "nelle zone rurali dell'Unione, le principali cause di incendio sono ancor oggi legate agli incendi dei pastori e al debbio" (COM 2002).

C'è poi l'incuria e la maleducazione legate al lancio di mozziconi di sigarette ancora accesi: basta infatti osservare quanto accade lungo le strade ed autostrade, dove addirittura bruciano le aiuole spartitraffico e non certo per finalità speculative.

Per quanto riguarda l'incendio da sigarette, da taluni escluso, perché ritenuto impossibile, si vuol rammentare un'indagine condotta in Francia da Molinier (Corrado, 1985/b), secondo cui il rischio di insorgenza di incendio a mezzo di una sigaretta lanciata in corsa da un'autovettura è di uno a mille. E sono un moltitudine i mozziconi di sigarette che si ritrovano lungo i bordi delle strade, dove poi nel periodo estivo la vegetazione erbacea secca abbonda, la buona manutenzione è fortemente trascurata, il rischio di incendio è elevato.

4. LA PREVEDIBILITÀ DEGLI INCENDI

I vari metodi per determinare il pericolo d'incendio e di rischio di incendio, elaborati, nel tempo, a livello internazionale, hanno l'obiettivo di definire il grado d'incendiabilità dei boschi e di probabilità del verificarsi dell'evento dannoso. Sono stati messi a punto "Indici di incendiabilità" dei diversi soprassuoli boscati, miranti a valutare la velocità di propagazione e di estendibilità di un incendio (Bernetti, 1975). I primi studi sull'argomento risalgono agli anni trenta; Nel 1933 negli Stati Uniti v'era il Fire ranger meter, in Canada entrano in funzione le Forest fire hazard tables; seguono altri lavori in Australia e poi in Francia nel 1962. Nel 1978, il Programma delle Nazioni Unite per l'ambiente, richiesto dalla FAO, sottolinea l'esigenza di identificare le aree in cui l'ecosistema foresta-

le è più suscettibile al fuoco e di elaborare una metodologia per stabilire un indice di rischio di incendio, usando osservazioni meteorologiche in combinazione con le caratteristiche della vegetazione esistente e le condizioni topografiche prevalenti (Bovio, 1983).

Il modello di Rothermel permette di elaborare, in tempo reale, la velocità di propagazione ed il tempo d'intervento sul fuoco. Il Metodo di valutazione del danno da incendio di matrice canadese, si basa sul calcolo dell'indice Forest Meteo (Bovio, 1996), che compendia criteri relativi alla propagazione iniziale del fuoco e alla quantità di combustibile che può alimentare il fuoco stesso; esprime la potenza emanata dall'incendio, secondo la nota espressione di Byram. Il metodo francese si basa sulla definizione del grado di aridità del substrato vegetale, facendo ricorso al bilancio idrico e alla previsione della velocità del vento. Un importante momento di discussione su questi argomenti è stato quello tenutosi a Varsavia nel 1981, sotto l'egida anche della FAO e della CEE (Italeco, 1994).

Nell'ottobre del 1983 si è tenuto a Bari il Convegno internazionale di studi sui problemi degli incendi boschivi in ambiente mediterraneo. In tale ambito presentammo un lavoro finalizzato alla determinazione di un indice di prevedibilità degli incendi boschivi in Umbria. (Pitzalis, Corrado, 1984) Il metodo prende in esame il numero degli incendi boschivi verificatisi nell'arco di venti anni in ciascun Comune della Regione e la loro distribuzione di frequenza. Sono stati considerati sia il numero complessivo di incendi, che gli anni con incendi, perché il ripetersi dell'evento per più anni è indice di maggiore suscettività al suo riproporsi. La distribuzione di frequenza è stata interpretata con l'equazione esponenziale di Poisson, con la quale si individuano le probabilità del verificarsi degli incendi ed il numero atteso di anni con incendi. Per definire il grado di prevedibilità dell'evento dannoso sono stati correlati: l'elemento probabilistico, così come definito, la boscosità dell'area; il valore meteo, secondo il metodo adottato negli anni '80 dal C.F.S. Infine si è visualizzato cartograficamente l'indice di probabilità o di aspettativa, sovrapponendolo alla carta dei boschi, sulla quale sono stati posizionati gli incendi ventennali in base alla località d'inizio del fuoco. Da questo abbinamento si è potuto dettagliare la previsione del rischio d'incendio per ciascun complesso boscato. I successivi riscontri ci hanno dato un ottimo livello di affidabilità.

5. LA NORMATIVA E LA POLITICA

Le Prescrizioni di Massima e di Polizia Forestale, attuative della legge 3267 del 1923 sul vincolo idrogeologico, oggi di competenza regionale, recano norme dirette alla prevenzione e alla repressione degli incendi boschivi, prevedendo azioni obbligatorie per il ripristino dei boschi bruciati a carico dei proprietari delle aree interessate. Norma questa totalmente disapplicata perché eccessivamente penalizzante per la proprietà forestale, per quasi il 70% privata.

Il Testo Unico di Pubblica Sicurezza dava ai Prefetti competenze, ora dei Sindaci, per dettare misure a difesa dei boschi contro il pericolo incendio, come il divieto di dar fuoco alle stoppie in determinati periodi dell'anno.

È del 1975 la legge 47 che organizza il sistema di difesa dagli incendi boschivi; le Regioni hanno l'obbligo di predi-

porre specifici Piani antincendio, approvati dal Ministero. Si introduce per la prima volta nel nostro ordinamento il divieto alla realizzazione di insediamenti costruttivi di qualunque tipo sulle aree percorse dal fuoco. In base a questa legge, a partire dal 1975, il C.F.S. si è dotato: di un Servizio antincendio, di Centri Operativi, di Gruppi meccanizzati, allestendo nel corso degli anni anche una flotta di elicotteri ed altri mezzi aerei adibiti allo spegnimento (Corrado, 2007).

Con il DPR 616 del 1977 la materia incendi boschivi è stata trasferita alla competenza regionale, mentre allo Stato permane l'organizzazione e la gestione del Servizio aereo di spegnimento, attualmente coordinato dal Dipartimento della Protezione Civile.

Il ruolo delle Regioni nella prevenzione e nella programmazione degli interventi di difesa antincendio viene ulteriormente rafforzato con la nuova legge quadro 353 del 2000, che sostituisce la precedente normativa. La legge in questione introduce la definizione di incendio boschivo, ovvero "un fuoco con suscettività ad espandersi su aree boscate, cespugliate o arborate, come anche su terreni coltivati o incolti e pascoli limitrofi". Tale definizione è in posizione avanzata rispetto alla dottrina ed alla giurisprudenza di merito, per la quale l'incendio boschivo è: "un fuoco distruttore in atto di notevoli proporzioni e virulenza, che tende a diffondersi e che non è agevole estinguere" (Cass. Pen. - Sez. I- Sent. 7 luglio 1994 n 2098). Sarà interessante vedere come verrà interpretata la definizione di incendio data dalla nuova legge, atteso che parrebbe sempre più necessario distinguere il concetto di fuoco da quello di incendio, perché non tutti i fuochi, in quanto tali, sono automaticamente, incendi boschivi! Ciò assume particolare rilevanza anche perché con questa legge si introduce il reato d'incendio boschivo, come fattispecie penale autonoma, punita con pene molto severe, variabili da 4 a 10 anni se l'incendio è doloso, da 1 a 5 anni se colposo (Cerofolini, 2005).

Nella lotta attiva le Regioni possono servirsi oltre che delle proprie strutture, anche dei mezzi, persone e risorse del C.F.S. e dei Vigili del Fuoco, in base a specifici accordi di programma. Le Regioni assicurano inoltre il coordinamento delle operazioni a terra, potendosi avvalere del personale forestale per il tramite dei Centri Operativi antincendio del C.F.S. Di particolare interesse politico sono le indicazioni che questa legge fornisce per la predisposizione dei Piani antincendio, in termini di prevenzione. Sono individuate le operazioni selvicolturali di pulizia e di manutenzione del bosco, con la facoltà da parte delle Regioni di attivare poteri sostitutivi nel caso di inadempienza da parte del proprietario, soprattutto quando ci si trova in aree a marcato rischio d'incendio boschivo.

La legge 353/2000 prevede anche la possibilità di concedere ai privati proprietari di aree boscate contributi specifici per realizzare i predetti interventi selvicolturali, prioritariamente finalizzati alla prevenzione. Tali specifiche misure preventive sono rimaste sino ad ora mera enunciazione di principio, non trovando sostanzialmente alcuna adeguata risorsa finanziaria. Viene riconfermata la disposizione relativa all'inedificabilità e al cambiamento di destinazione d'uso delle aree boscate e pascolive percorse dal fuoco per almeno 15 anni. Conseguentemente spetta ai Comuni effettuare il censimento di tali terreni e tenerlo aggiornato an-

nualmente; sul punto si vuol sottolineare l'Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri del 2007, con la quale, dopo l' evidente inadempienza di molte Amministrazioni Locali, si è inteso affidare al C.F.S. la predetta attività ricognitoria. Ed è stata totalmente eseguita.

L'azione di monitoraggio si aggiunge alla valutazione del danno provocato dall'incendio, utile anche al fine della definizione della possibile, correlata azione risarcitoria, come previsto dalla legge 349/1986. Il C.F.S. ha attivato una procedura specifica per una valutazione rapida e sintetica del danno da incendio, realizzata in collaborazione con l'Accademia di Scienze Forestali (Ciancio, 2007)), procedendo con metodo speditivo alla definizione delle spese sostenute nello spegnimento; alla stima del danno al soprassuolo ed al suolo, ossia alla quantificazione del danno ambientale; a tal fine si conteggia la perdita economica di prodotti legnosi e di servizi sociali non più erogabili dall'ecosistema foresta, a seguito dell'incendio.

6. CONCLUSIONI

Per contrastare il grave e preoccupante problema degli incendi boschivi, si deve pensare a realizzare una costante attività di prevenzione, attiva e passiva, indirizzata in particolare modo, al vasto mondo rurale ed agro-silvo-pastorale. Non si vuol colpevolizzare a priori alcun ambiente sociale, nessuna categoria lavorativa, ma è sempre necessario capire i comportamenti umani, dove, come e

perché si manifestano. Non bastano i divieti, le sanzioni, le pene introdotte, occorre una politica di prevenzione, incentrata nel coinvolgimento diretto delle Organizzazioni agricole, degli operatori nelle aree rurali e degli addetti alla manutenzione stradale. E' necessaria la formazione e l'educazione a vasto raggio e continuata nel tempo.

All'agricoltore va riconosciuto il ruolo strategico di primo guardiano della natura, che però deve assolvere compiutamente, per essere remunerato in misura proporzionale all'attività di tutela, secondo la logica: "meno incendi, maggiore premio". Per concorrere a dare più sicurezza alla foresta contro il pericolo d'incendi è necessario accrescere anche il suo valore economico, attraverso l'intervento pubblico, atteso che il bosco fornisce esternalità positive che oltrepassano l'interesse privatistico (Ciancio, 1996). La proprietà forestale dovrebbe poter così trovare nel sostegno pubblico, attuato anche con la defiscalizzazione degli interventi di salvaguardia e di miglioramento dei boschi, una rinnovata economicità degli interventi selvicolturali, senza i quali aumenta il rischio d'incendio.

I boschi, almeno quelli a più elevato rischio d'incendio, come sono i boschi urbanizzati, e quelli ricadenti in Parchi e Riserve naturali, dovrebbero essere "certificati" sulla base di adeguate e precise misure di prevenzione e di sicurezza contro il pericolo del fuoco. L'impegno politico deve essere marcato e sostenuto in termini finanziari, convinti che prevenire è sempre meglio che curare! E si risparmia in termini di spesa pubblica e di bilancio ambientale.

<i>Year</i>	<i>PORTUGAL</i>	<i>SPAIN</i>	<i>FRANCE</i>	<i>ITALY</i>	<i>GREECE</i>	<i>TOTAL</i>
1980	2 349	7 190	5 040	11 963	1 207	27 749
1981	6 730	10 878	5 173	14 503	1 159	38 443
1982	3 626	6 545	5 308	9 557	1 045	26 081
1983	4 539	4 791	4 659	7 956	968	22 913
1984	7 356	7 203	5 672	8 482	1 284	29 997
1985	8 441	12 238	6 249	18 664	1 442	47 034
1986	5 036	7 570	4 353	9 398	1 082	27 439
1987	7 705	8 679	3 043	11 972	1 266	32 665
1988	6 131	9 247	2 837	13 588	1 898	33 701
1989	21 896	20 811	6 763	9 669	1 284	60 423
1990	10 745	12 913	5 881	14 477	1 322	45 338
1991	14 327	13 531	3 888	11 965	858	44 569
1992	14 954	15 955	4 002	14 641	2 582	52 134
1993	16 101	14 254	4 769	14 412	2 406	51 942
1994	19 983	19 263	4 618	11 588	1 763	57 215
1995	34 116	25 827	6 563	7 378	1 438	75 322
1996	28 626	16 771	6 401	9 093	1 508	62 399
1997	23 497	22 320	8 005	11 612	2 273	67 707
1998	34 676	22 446	6 289	9 540	1 842	74 793
1999	25 477	18 237	4 960	6 932	1 486	57 092
2000	34 109	24 118	4 603	8 595	2 581	74 006
2001	26 533	19 547	4 309	7 134	2 535	60 058
2002	26 448	19 929	4 097	4 601	1 141	56 256

(segue)

(Segue Tabella 1)

2003	26 195	18 616	7 023	9 697	1 452	62 983
2004	21 870	21 394	3 775	6 428	1 748	55 215
2005	35 697	25 492	4 698	7 951	1 544	75 382
2006	19 929	16 355	4 100	5 634	1 417	47 435
% of total in 2006	42	34	9	12	3	100
Average 1980-1989	7 381	9 515	4 910	11 575	1 264	34 645
Average 1990-1999	22 250	18 152	5 538	11 164	1 748	58 851
Average 2000-2006	27 260	20 779	4 658	7 149	1 774	61 619
Average 1980-2006	18 042	15 634	5 077	10 275	1 575	50 603
TOTAL	487 132	422 120	137 078	277 430	42 531	1 366 291

Tabella 1. Numero degli incendi boschivi nei cinque Paesi Mediterranei dell'U.E. nel periodo 1980-2006 (Report n.7/2006, European Commission, JRC-IES).
 Table 1. Number of forest fires in the five Southern Member States of U.E. in the period 1980-2006 (Report no.7/2006, European Commission, JRC-IES).
 Tableau 1. Nombre des feux boisés dans les cinq Pays méditerranéens de l'U.E. au cours de la période 1980-2006 (Report n.7/2006, European Commission, JRC-IES).

<i>Year</i>	<i>PORTUGAL</i>	<i>SPAIN</i>	<i>FRANCE</i>	<i>ITALY</i>	<i>GREECE</i>	<i>TOTAL</i>
1980	44 251	263 017	22 176	143 919	32 965	506 720
1981	89 798	298 288	27 711	229 850	81 417	727 064
1982	39 556	152 903	55 145	130 456	27 372	405 432
1983	47 811	108 100	53 729	212 678	19 613	441 931
1984	52 710	165 119	27 202	75 272	33 655	353 958
1985	146 254	484 476	57 368	190 640	105 450	984 188
1986	89 522	264 887	51 860	86 420	24 514	517 203
1987	76 269	146 662	14 108	120 697	46 315	404 051
1988	22 434	137 734	6 701	186 405	110 501	463 775
1989	126 237	426 693	75 566	95 161	42 363	766 020
1990	137 252	203 032	72 625	195 319	38 594	646 822
1991	182 486	260 318	10 130	99 860	13 046	565 840
1992	57 011	105 277	16 593	105 692	71 410	355 983
1993	49 963	89 267	16 698	203 749	54 049	413 726
1994	77 323	437 635	24 995	136 334	57 908	734 195
1995	169 612	143 484	18 137	48 884	27 202	407 319
1996	88 867	59 814	11 400	57 988	25 310	243 379
1997	30 535	98 503	21 581	111 230	52 373	314 222
1998	158 369	133 643	19 282	155 553	92 901	559 748
1999	70 613	82 217	15 906	71 117	8 289	248 142
2000	159 605	188 586	24 078	114 648	114 648	631 950
2001	111 850	93 297	20 642	76 427	18 221	320 437
2002	124 411	107 464	30 160	40 791	6 013	308 839
2003	425 726	148 172	73 278	91 805	3 517	742 498
2004	129 539	134 193	13 711	60 176	10 267	347 886
2005	338 262	188 697	22 135	47 575	6 437	603 106
2006	75 510	148 827	7 500	39 946	12 661	284 444
% of total in 2006	27	52	3	14	4	100
Average 1980-1989	73 484	244 788	39 157	147 150	52 417	557 034
Average 1990-1999	102 203	161 319	22 735	118 573	44 108	448 938
Average 2000-2006	194 986	144 177	27 358	67 338	28 878	462 737
Average 1980-2006	115 621	187 789	30 015	115 874	43 237	492 551
TOTAL	3 121 776	5 070 305	810 417	3 128 592	1 167 396	13 298 878

Tabella 2. Superficie percorsa dal fuoco, in ettari, nei cinque Paesi Mediterranei dell'U.E. nel periodo 1980-2006 (Report n. 7/2006, European Commission, JRC-IES).
 Table 2. Burnt area in the five Southern Member States of U.E. in hectares in the period 1980-2006 (Report n.7/2006, European Commission, JRC-IES).
 Tableau 2. Surface traversée par le feu, en hectares, dans les cinq Pays méditerranéens de l'U.E. au cours de la période 1980-2006 (Report n.7/2006, European Commission, JRC-IES).

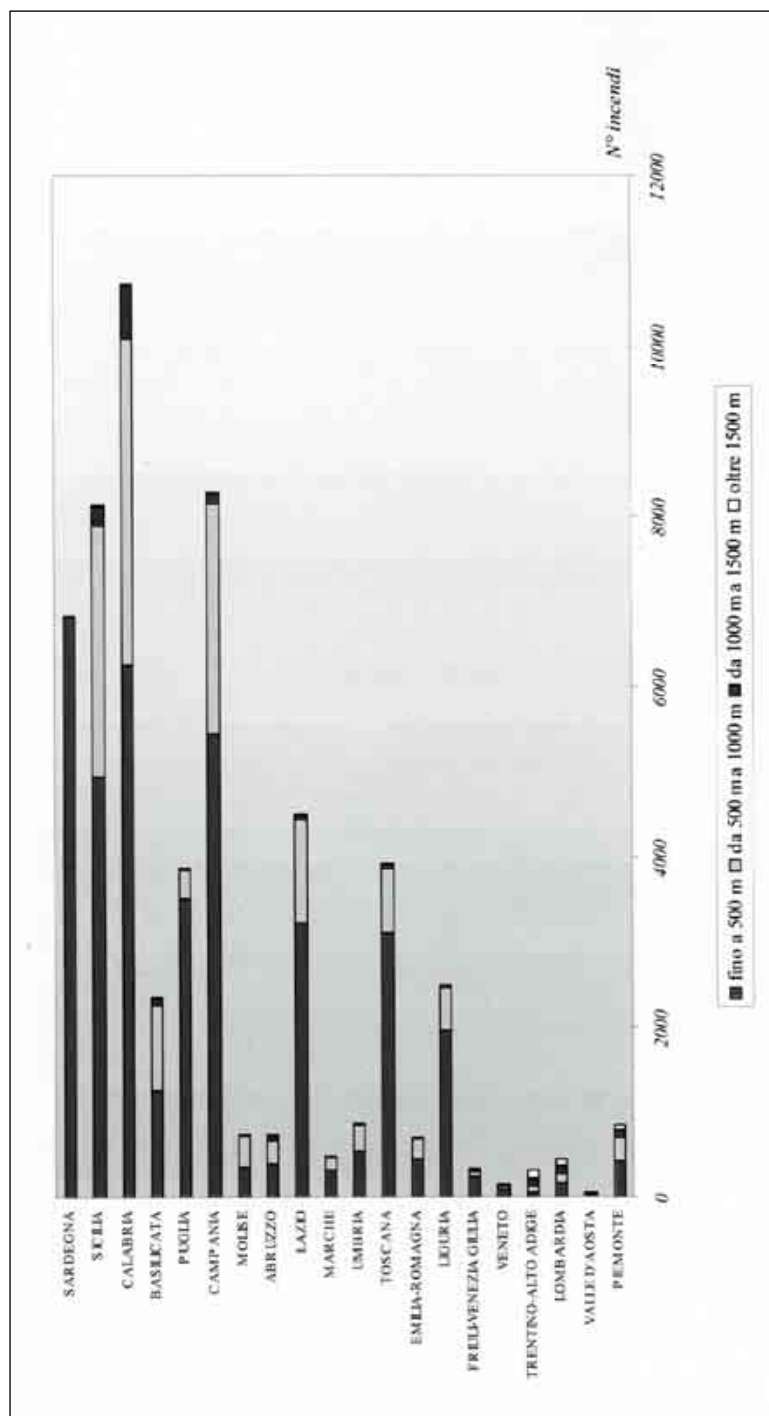


Figura 1. Distribuzione altimetrica degli incendi boschivi in Italia nel periodo estivo (1997-2007).
 Figure 1. Altitude distribution of the wooded fires in Italy in the summer period (1997-2007).
 Figure 1. Altitude répartition des incendies de forêt en Italie en été (1997-2007).

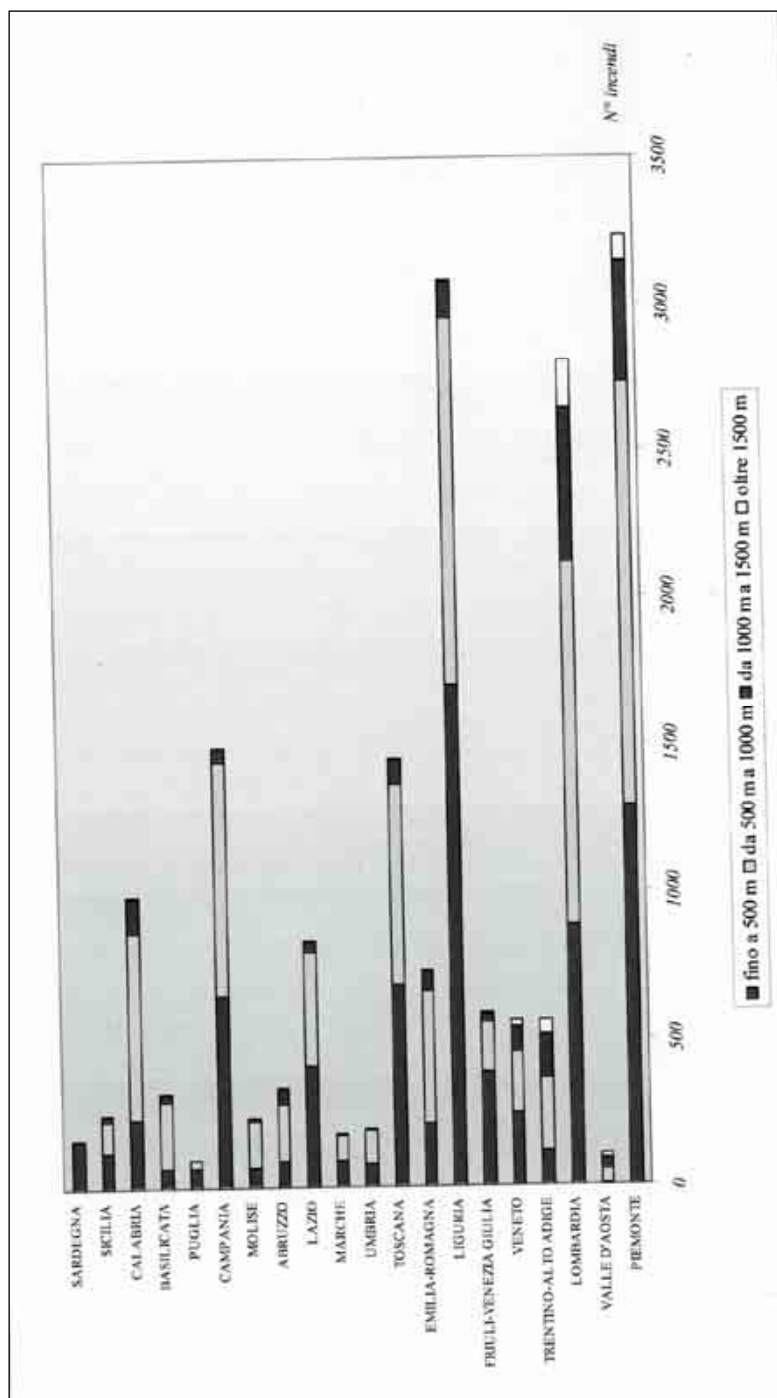


Figura 2. Distribuzione altimetrica degli incendi boschivi in Italia nel periodo invernale (1997-2007).

Figure 2. Altitude distribution of forest fires in Italy during the winter (1997-2007).

Figure 2. Altitude répartition des incendies de forêt en Italie pendant l'hiver (1997-2007).

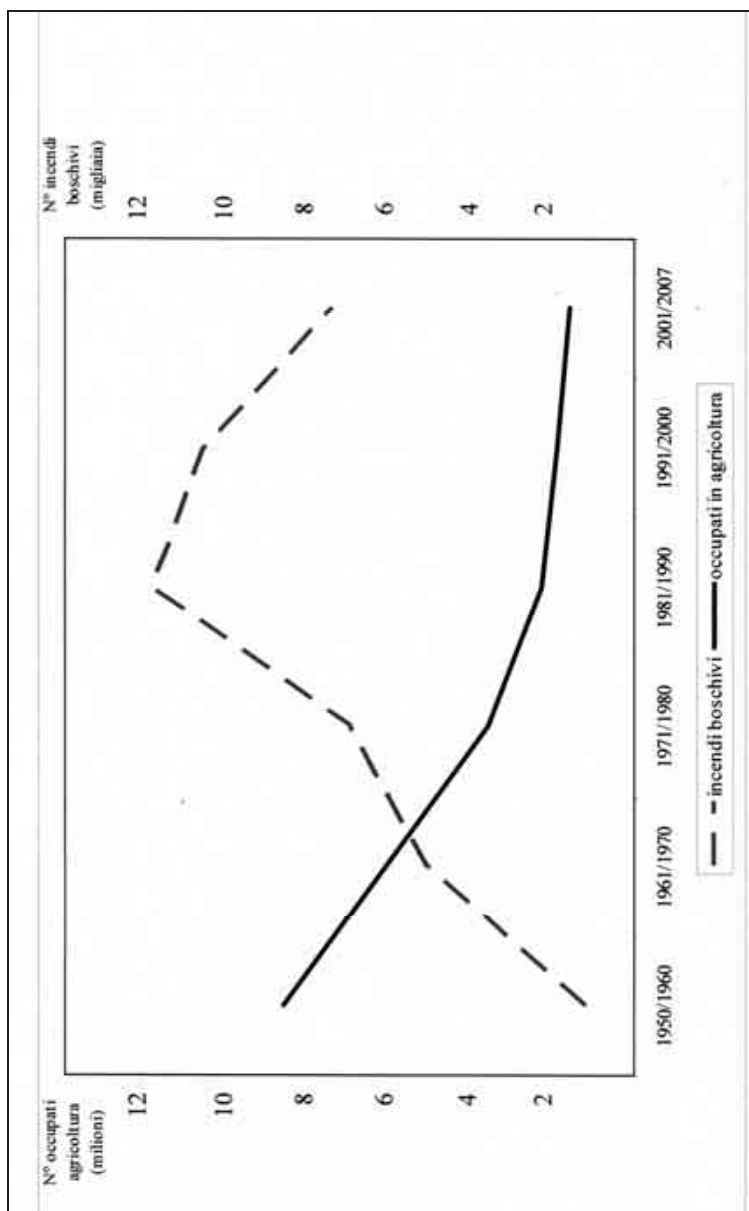


Figura 3. Correlazione tra il numero degli incendi boschivi e gli occupati in agricoltura in Italia, nel periodo 1950-2007.

Figure 3. Correlation between the number of forest fires and those employed in agriculture in Italy during the period 1950-2007.

Figure 3. Corrélation entre le nombre des incendies de forêt et ceux qui travaillent dans l'agriculture en Italie au cours de la période 1950-2007.

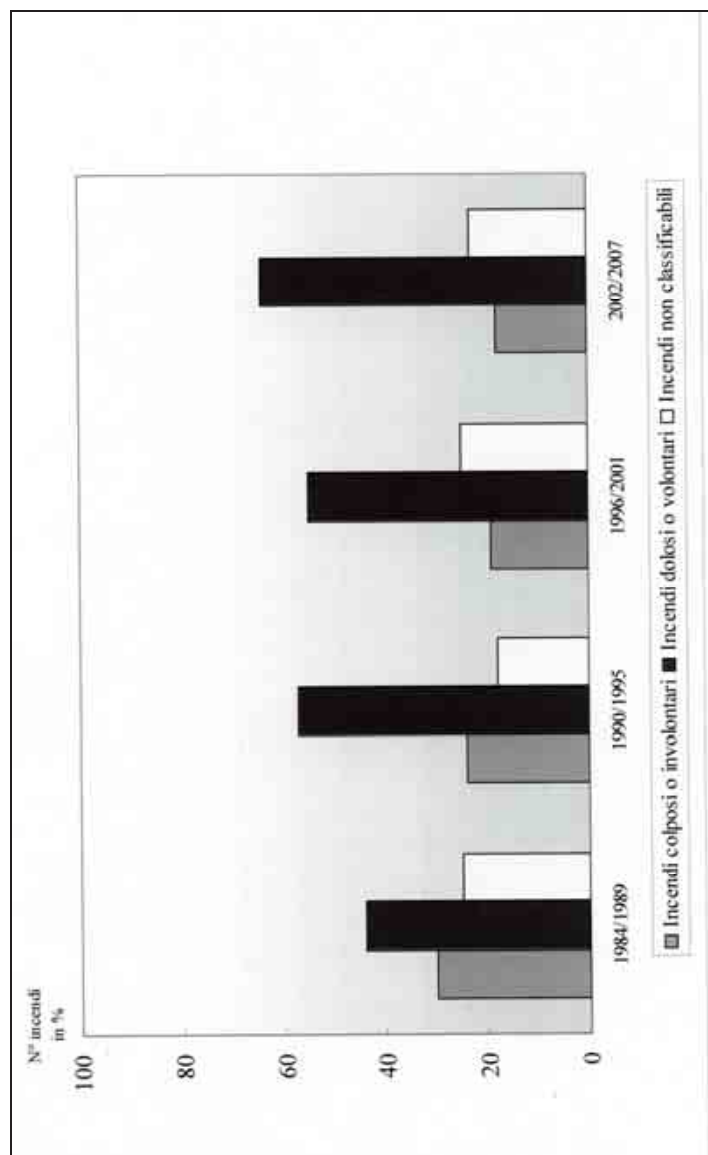


Figura 4. Ripartizione percentuale degli incendi boschivi in Italia per causa: colposa o involontaria; dolosa o volontaria; non classificabile, nel periodo 1990-2007.
 Figure 4. Percentage breakdown of forest fires in Italy for cause: culpable or unintentional; arson or volunteers; not classifiable, in the period 1990-2007.
 Figure 4. Répartition en pourcentage des incendies de forêt en Italie pour un motif valable: par imprudence ou involontaire; criminelle ou volontaire; non classé au cours de la période 1990-2007.

SUMMARY

THE POLITICAL ACTION FOR THE DEFENCE OF WOOD FROM FIRE

Forest fires are of a global dimension. In order to stop them, constant active and passive measures of prevention, which are particularly aimed at the rural and agro-forest-pastoral world, have to be taken. The problem has not yet been resolved notwithstanding the numerous efforts of the European Union over the years to put an end to the problem, by implementing new laws and Regulations and investing vast sums of money.

The aim of the various systems and methods to forecast

the risk of fire, developed over the years on an international level, is to define the degree of probability that the damaging event will occur. A risk index for the region of Umbria, Italy has been elaborated, correlating the probability element, the woodland in the area and the climate. Framework Law no. 353/2000 introduces new measures to combat fires, implementing bans and increasing penalties; but what is of foremost importance is a policy of prevention which focuses on the direct involvement of the agricultural workers.

The Forestry should be able to depend on public support, including the abolition of tax on interventions which safeguard the woods, a renewed economy of forestry activities, without which the risk of fire increases.

RÉSUMÉ

L'ACTION POLITIQUE POUR LA DEFENSE DU BOIS DE FEU

Les incendies de forêt ont dimension mondiale. Pour les s'opposer on devrait penser à réaliser des activités constantes de prévention, active et passive, destinés en particulier, tout au long de la grande rurale et agro-sylvo-pastorale.

Le problème est de ne pas s'arrêter malgré les nombreux efforts déployés par l'Union européenne qui, au fil des ans, avec des règlements ultérieurs, a investi massivement dans l'ordre de centaines de millions d'euros.

Les différents systèmes et méthodes de prévision du risque d'incendie, développés au fil du temps au niveau international, sont destinés à définir le degré de probabilité de l'occurrence des nuisibles. Il a été développé pour l'Ombrie, un indice de risque, une corrélation entre l'élément probabiliste, le boisée de la région, la valeur temps.

La loi 353 de 2000 introduit de nouvelles mesures pour lutter contre le feu et l'interdiction de plus en plus les sanctions, mais devrait être principalement une politique de prévention, avec la participation directe des agriculteurs.

La propriété forestière devrait être en mesure de trouver dans l'appui de l'Administration public, mis en œuvre avec l'aide de la defiscalisation pour préserver les forêts, un nouveau coût des interventions sylviculturélles, sans qui augmente le risque d'incendie.

BIBLIOGRAFIA

- Bernetti G., 1975 – *Incendi e parole*. In “Annali dell'Accademia Italiana di Scienze Forestali”, vol. XXIV, Firenze, p. 111-142.
- Bovio G., 1983 – *Previsione di incendi boschivi con nuove tecniche*. In: “Economia Montana” n. 1, p. 17-24.
- Bovio G., 1996 – *Come proteggerci dagli incendi boschivi*: Collana Protezione e Ambiente, Regione Piemonte, Servizio di Protezione Civile, Torino, p. 131-135.
- Bovio G., 2002 – *La pianificazione antincendi boschivi*. In “Atti del XXXIX Corso di Cultura in Ecologia”, San Vito di Cadore. DITESAF, Università degli Studi di Padova, Padova.
- C.F.S., 2007 – *Gli Incendi boschivi 2007*. Ispettorato Generale Corpo Forestale dello Stato, Roma.

- Calabri G., 1991 – *La prevenzione degli incendi boschivi*. I problemi e le tecniche. Edagricole, Bologna.
- Cerofolini A., 2005 – *Il sistema sanzionatorio in materia di incendi boschivi*. In “Silvae”, n. 1, Roma, p. 280-297.
- Ciancio O., Iovino F., Nocentini S., 1996 – *La nuova dimensione della foresta mediterranea come prevenzione degli incendi boschivi*. In: O.Ciancio (a cura di), *Il bosco e l'uomo*. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze, p. 273-287.
- Ciancio O., Corona P., Marinelli M., Pettenella D., 2007 – *Valutazione dei danni da incendi boschivi*. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze, p. 15-16.
- Colletti L., 2005 – *Attività dell'Unione Europea contro gli incendi boschivi*. In “L'Italia Forestale e Montana” n. 6, Firenze, p. 677-686.
- Commissione della Comunità Europea, 2002 – *Relazione sull'azione di protezione delle foreste contro gli incendi*. Bruxelles, p.1-21.
- Corrado G., 1981 – *Gli incendi boschivi in Italia: cause e sistemi di lotta*. In: “Il Montanaro d'Italia – Monti e Boschi” n. 6. Edagricole, Bologna, p. VI/55-VI/59.
- Corrado G., 1985/a – *Pianificazione per sradicare gli incendi in Sardegna*. In: “Economia Montana”, n. 1. Anno XVII.
- Corrado G., 1985/b – *Gli incendi boschivi in Umbria: cause e sistemi di lotta*. In: “Cellulosa e Carta” n. 6, p. 43-48.
- Corrado G., 2007 – *L'incendio boschivo: un problema complesso con tanti interrogativi*. In: “L'Italia Forestale e Montana”. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze, n. 5, p. 453-456.
- Marchetti M., 1994 – *Pianificazione Antincendio boschiva*, a cura di ITALECO, Collana Verde MIPAF, CFS n. 93, Roma.
- Leone V., 1996 – *Aspetti sociologici nella fenomenologia degli incendi boschivi*. In “Il bosco e l'uomo”. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze.
- Le Lannou M., 1984 – *Pastori e contadini di Sardegna* (trattato e presentato da M. Brigaglia), Il ristampa. Edizione Della Torre, Cagliari, p. 58-72.
- Pettenella D., 1999 – *Considerazioni di economia e politica forestale relative agli incendi boschivi*. In: “Convegno la prevenzione degli incendi boschivi per la tutela del patrimonio forestale e dei prodotti legnosi”, Longarone.
- Pitzalis M., Corrado G., 1984 – *Studio per la determinazione di un indice di prevedibilità degli incendi boschivi in Umbria*. In: “Atti del Convegno internazionale di studi sui problemi degli incendi boschivi in ambiente mediterraneo”, Bari, p. 579-588.

LO SPEGNIMENTO DEGLI INCENDI BOSCHIVI: LA FORMAZIONE DEI D.O.S. (DIRETTORI DELLE OPERAZIONI DI SPEGNIMENTO) DEGLI INCENDI BOSCHIVI

(*) *Corpo Forestale dello Stato, Ispettorato Generale, Roma*

Per qualificare sempre più il proprio personale per le funzioni proprie del D.O.S. – Direttore delle operazioni di spegnimento degli incendi boschivi, il Corpo forestale dello Stato, al fine di elevare gli standard operativi, attraverso varie iniziative, ha attivato un intenso programma di aggiornamento. La principale tra queste attività è stata l'organizzazione di un corso, realizzato nel 2008, per formatori D.O.S. rivolta a più di 150 Funzionari, Ispettori e Periti che a loro volta hanno provveduto ad aggiornare a cascata il personale che esercita tale funzione sul territorio.

Per gli approfondimenti didattici è stato realizzato il "Manuale tecnico del Direttore delle Operazioni di Spegnimento". Il Manuale nasce per iniziativa del Corpo forestale dello Stato, a seguito di una specifica convenzione con l'Università degli Studi della Basilicata, finalizzata alla realizzazione del progetto di formazione dei D.O.S. Gli autori: il Prof. Vittorio Leone, che ha coordinato il progetto, il Prof. Giovanni Bovio, il Dott. Giancarlo Cesti e la Dott.ssa Raffaella Loveglio sono tra i maggiori esperti italiani di antincendio boschivo e hanno realizzato un testo di alto valore scientifico. Il manuale, che viene a colmare un vuoto editoriale, costituisce un'opera prestigiosa in quanto si caratterizza per essere il compendio delle conoscenze più aggiornate in materia.

Parole chiave: aggiornamento, incendi boschivi, manuale tecnico, operazioni di spegnimento.

Key words: training, forest fires, technical handbook, forest fires extinction.

Mots clés: mise à jour, incendies de forêt, manuel technique, opérations d'extinction.

Gli incendi rappresentano una delle maggiori minacce per le foreste di molte nazioni ed in particolare nel bacino del Mediterraneo dove, nonostante le risorse messe in campo e il costante miglioramento delle organizzazioni antincendio, il fenomeno sembra non potersi attenuare.

In Italia in particolare, dall'analisi dei dati degli ultimi quaranta anni, si osserva che il numero degli incendi, che annualmente si verificano, tende a diminuire. Infatti gli incendi sono passati da circa 14.000 negli anni '80 a circa gli attuali 8.000; anche le superfici boscate percorse dal fuoco, nello stesso periodo, mediamente si sono ridotte da circa 100.000 Ha agli attuali 50.000 Ha.

Tuttavia sussiste un'estrema variabilità annuale; ogni circa 3-4 anni si registra quasi sistematicamente un anno con un numero più elevato di incendi e con superfici percorse dal fuoco anormalmente più alte rispetto al trend generale in lieve diminuzione.

Analizzando gli ultimi anni si osserva che, mentre l'anno 2006 può essere annoverato tra gli anni più tranquilli per il bassissimo numero di incendi forestali e superfici percorse, il 2007 verrà ricordato come uno dei peggiori, non solo per le elevatissime superfici percorse dal fuoco, ben 227.000 Ha di superficie totale bruciata di cui circa 110.000 Ha di bosco, ma anche per il numero di vittime con 23 persone decedute e i gravi danni ambientali, economici e sociali che si sono verificati.

Il fenomeno degli incendi boschivi nel 2008 si sta dimostrando di minore gravità rispetto al 2007.

In uno studio del Parlamento Europeo¹ le cause e i fattori che contribuiscono all'alta incidenza degli incendi fore-

stali sono stati identificati e raggruppati nelle seguenti categorie:

1. La gestione forestale. Viene ritenuta la categoria primaria in quanto l'accumulo di biomassa, sia nelle foreste che nelle aree pascolive o non più coltivate, favorisce l'espandersi del fuoco; questo problema è essenzialmente dovuto alla migrazione della popolazione dai territori montani a quelli urbani a partire dagli anni '50. La mancanza di mercato degli assortimenti, che rende antieconomica qualunque operazione culturale, ha come conseguenza indiretta l'assenza di gestione forestale. Tra le conseguenze di questa situazione si evidenzia il diffondersi di patologie e il conseguente aumento delle necromasse che determinano condizioni di alta infiammabilità dei soprasuoli forestali. L'espansione delle terre abbandonate, in parte colonizzate dal bosco fino ai margini delle aree urbane, favorisce inoltre lo sviluppo dei rovinosi incendi di interfaccia urbano - foresta che risultano sempre più frequenti.
2. Gli eventi climatici estremi ricollegabili alle attuali variazioni climatiche.
3. L'errata pianificazione territoriale in particolare l'espansione dell'urbanizzazione, spesso abusiva, con costruzioni ubicate all'interno di aree forestali.
4. L'inadeguata o addirittura assente capacità di risposta agli incendi forestali in quanto in molti casi i sistemi organizzativi antincendio risultano carenti per la prevenzione, la previsione, la lotta attiva, la scarsa capacità di cooperazione, per la mancanza di conoscenze anche comportamentali di fronte al fenomeno da parte dei cittadini.

Nel Workshop sugli incendi forestali del bacino del Mediterraneo tenutosi a Sabaudia per iniziativa congiunta della FAO, del Corpo forestale dello Stato e della Commis-

¹ European Parliament Study - Policy Department Economic and Scientific Policy- *Forest Fires: Causes and contributing factors in Europe*. IP/A/ENVI/ST/2007-15.

sione Europea ², richiamando gli atti prodotti durante la 4^a Conferenza Internazionale degli incendi forestali di Siviglia 13-17 maggio 2007³, sono state elaborate 36 raccomandazioni inquadrate in 4 categorie riguardanti:

1. la prevenzione;
2. i sistemi informativi;
3. la soppressione;
4. azioni di breve periodo.

La prima raccomandazione sottolinea l'importanza dell'approccio integrato della gestione e pianificazione forestale, possibilmente con il coinvolgimento delle comunità locali per le attività di prevenzione soppressione degli incendi forestali.

Com'è noto in Italia la lotta attiva ed in particolare quella di spegnimento con mezzi da terra o con mezzi aerei, è affidata alle Regioni.

Le Regioni devono assicurare il coordinamento delle proprie strutture antincendio con quelle statali istituendo e gestendo le sale operative unificate permanenti e assicurando il coordinamento delle forze a terra, anche ai fini dell'efficacia dell'intervento dei mezzi aerei per lo spegnimento degli incendi boschivi. Per tali attività le Regioni possono avvalersi di risorse e mezzi del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco e del Corpo forestale.

L'impegno a migliorare, da parte delle Amministrazioni centrali, il contrasto alla lotta agli incendi boschivi è sintetizzato dall'Accordo tra Ministero dell'Interno - Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco e Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali - Corpo forestale dello Stato, del mese di aprile 2008, per individuare ambiti di specifica competenza e collaborazione e procedure operative per integrare l'organizzazione posta in essere dalle Regioni. Nell'Accordo è previsto specificatamente che la funzione di D.O.S. negli incendi forestali sia svolta dal Corpo forestale dello Stato.

L'Amministrazione forestale ha emanato una serie di provvedimenti interni anche in applicazione del sopra citato Accordo, relativi alla Organizzazione del servizio di emergenza ambientale 1515 e al Servizio Antincendio Boschivo che rendono più incisiva ed efficiente la catena di comando, individuando compiti e funzioni per ogni struttura del Corpo forestale dello Stato.

In quasi tutte le Regioni ove è presente il Corpo forestale dello Stato l'attività di D.O.S. viene affidata al Corpo forestale dello Stato.

Anche in quelle Regioni, come ad esempio la Toscana, che ha formato propri D.O.S., il Corpo forestale dello Stato concorre a fornire la direzione dello spegnimento per coprire tutte le esigenze necessarie ad affrontare tutti gli eventi che anche contemporaneamente possono verificarsi, secondo procedure prestabilite.

Al Corpo forestale dello Stato è spesso affidata la formazione dei D.O.S. effettuata dalle Regioni o di tutte quelle componenti che concorrono a formare le catene di coman-

do: i capisquadra, i responsabili di settore, gli esperti in aerocoperazione ed anche i responsabili o gli operatori di sala operativa che concorrono anch'essi, insieme ai D.O.S., alle decisioni strategiche e tattiche durante le operazioni di spegnimento.

La scelta delle Regioni di affidare al Corpo forestale dello Stato questo compito è supportata dal fatto che tali compiti sono stati effettuati praticamente da sempre dal Corpo forestale dello Stato che ha acquisito esperienza e professionalità specifica e unica.

Inoltre l'organizzazione territoriale, con i Comandi stazione che coprono con sistematicità il territorio, consente la presenza immediata di personale specializzato pronto ad effettuare i primi interventi organizzativi prima che il fuoco possa espandersi incontrollato.

È un dato di fatto che, anche grazie a questa presenza, gli incendi boschivi vengono per la maggior parte dei casi spenti quando sono ancora di piccole dimensioni.

L'importante compito del coordinamento di tutte le forze durante gli incendi boschivi rappresenta quindi un compito complesso di primaria importanza che il Corpo forestale dello Stato deve affrontare.

La presenza di personale del Corpo, il più qualificato possibile, costituisce l'elemento fondamentale nelle varie organizzazioni antincendio boschivo delle varie Regioni, proprio per l'azione di coordinamento che vede coinvolte altre Amministrazioni dello Stato, Province, Comunità Montane, Comuni, Organizzazioni di volontariato, operai, Forze armate, altre Forze di polizia.

Per qualificare sempre più il proprio personale per le funzioni proprie del D.O.S. l'Amministrazione forestale ha attivato un intenso programma di aggiornamento attraverso varie iniziative al fine di adeguare gli standard operativi agli stessi livelli di quelli che hanno raggiunto le altre nazioni europee, che al pari dell'Italia si trovano a dover fronteggiare l'emergenza incendi.

Tra le iniziative più significative ricordo:

1. la partecipazione al progetto Fire 5 "Force d'Intervention Rapide Européenne 5" di cooperazione transfrontaliera con la finalità di condividere metodi e procedure di livello internazionale. Il progetto Fire 5 ha previsto lo svolgimento di molteplici attività, allo scopo di definire la composizione di squadre multinazionali di valutazione e di intervento, di istituire modalità condivise di gestione operativa e di standardizzare le tecnologie utilizzate mediante: workshop, corsi di formazione, scambi di esperti, acquisto e condivisione di equipaggiamenti per la radiotrasmissione e, soprattutto, esercitazioni internazionali. La prima, denominata "S.Ar.Di.Ni.A. 2008", è stata realizzata in Italia e il Corpo forestale ha contribuito con l'invio di vari funzionari per la formazione di D.O.S. di livello internazionale;
2. la partecipazione, ad uno specifico "corso D.O.S." organizzato dal Dipartimento della protezione Civile per l'aerocoperazione;
3. la realizzazione di corsi di investigatore antincendio boschivo e di repertatore, per migliorare la conoscenza delle cause fenomeno e aumentare la deterrenza attraverso l'attività repressiva;
4. l'organizzazione del "Corso per formatori D.O.S."

Quest'ultima iniziativa si è concretizzata attraverso una attività formativa, altamente specialistica, rivolta a più di

² Corpo Forestale Dello Stato - FAO Forest Resources Development Service Forest Management Division Forestry Department *REPORT: Workshop on Forest Fires in the Mediterranean Region: Prevention and regional Cooperation*. Sabaudia, Italy 13-15 May, 2008.

³ WILDFIRE 2007 - 4^a Conferencia Internacional Sobre Incendios Forestales Annex 3: Conclusion and Recommendations from Regional Session C: Europe, Mediterranean, North Africa and Caucaso - Sevilla ESPANA 13-17 mayo 2007.

150 tra Funzionari, Ispettori e Periti del Corpo forestale dello Stato che, a loro volta, hanno provveduto ad aggiornare a cascata la maggior parte del personale che sul territorio delle varie Regioni esercita la funzione di D.O.S. Il corso è stato suddiviso in due moduli: il primo, di carattere tecnico operativo, ha visto la partecipazione, in qualità di docenti, di Dirigenti e Funzionari del Corpo forestale dello Stato, dei Vigili del Fuoco, della Protezione Civile e Piloti di aeromobili.

Per la didattica è stato utilizzato il "Manuale per l'operatore di Antincendio Boschivo" redatto dal Dott. Benito Castiglia e dall'Ing. Pier Luca Domenichini.⁴ Il secondo modulo operativo ha avuto un carattere di approfondimento teorico scientifico e ha visto come docenti gli autori del manuale, che oggi presentiamo, il "Manuale tecnico del Direttore delle Operazioni di Spegnimento." Gli autori, Prof. Vittorio Leone, dell'Università degli Studi della Basilicata, che ha svolto anche il coordinamento dell'opera, Prof. Giovanni Bovio dell'Università di Torino, Dr Giancarlo Cesti della Regione Valle d'Aosta e Dott.ssa Raffaella Loveglio dell'Università degli Studi della Basilicata, sono tra i maggiori esperti italiani di antincendio boschivo e hanno realizzato un'opera di alto valore scientifico. Il Manuale nasce per iniziativa del Corpo forestale dello Stato a seguito di una specifica convenzione con l'Università degli Studi della Basilicata stipulata il 2 maggio 2007 finalizzata alla realizzazione del progetto di formazione dei D.O.S.

Questa prestigiosa opera, che viene a colmare un vuoto editoriale, risulta essere estremamente utile per il Corpo forestale dello Stato, in quanto si caratterizza per essere un compendio delle conoscenze più aggiornate in materia.

Essa inoltre costituisce uno strumento essenziale di lavoro e specializzazione per il personale del Corpo forestale dello Stato impiegato nella difficile funzione di D.O.S. specialmente quando si trova a coordinare forze eterogenee quali sono quelle che intervengono durante gli incendi boschivi. Questa funzione, assai complessa richiede una approfondita conoscenza del fenomeno incendi boschivi, delle sue dinamiche, delle modalità di intervento, per assumere le decisioni più efficaci non solo finalizzate all'estinzione dell'incendio ma per ridurre il più possibile i danni all'ecosistema bosco che potrebbero derivare anche dalle stesse operazioni di spegnimento.

Il Manuale è corredato di software applicativi relativi alla previsione del comportamento del fronte di fiamma con la versione italiana del Visual Behave realizzato in Spagna e del Visual pericolo, specifico applicativo, realizzato anch'esso in Spagna la cui versione italiana è stata curata dal Prof Leone. Grazie al software applicativo risulta agevole la determinazione dell'indice di pericolo FWI (o indice canadese), dando l'immediata previsione del comportamento del fuoco e che costituisce un valido supporto per le conseguenti decisioni operative che il D.O.S deve assumere.

Il testo è articolato in 24 capitoli che nel complesso trattano in forma organica i vari argomenti le cui fonti spesso non sono facilmente reperibili e quasi mai in lingua italiana.

Ciascun capitolo contiene una sintesi dei contenuti salienti e un'esauriente bibliografia.

Gli argomenti, trattati sempre con rigore scientifico, sono resi immediatamente comprensibili grazie alle tabelle, grafici, schemi, disegni e alle numerose fotografie, che spesso riferiscono a casi concreti.

Essi spaziano su tutte le problematiche relative allo spegnimento degli incendi: da "La genesi e sviluppo del focolaio, geometria e propagazione del fronte di fiamme" ai "Fattori ambientali e propagazione del fronte di fiamme" ai "I combustibili e le loro caratteristiche", ai vari "Tipi di incendio". Vengono approfonditi "Gli indici di pericolo" e l'impiego dei mezzi aerei C.O.A.U. con le relative procedure. Particolarmente interessanti sono i capitoli dedicati ai vari metodi di intervento diretto e indiretto sugli scenari degli incendi.

Il manuale è stato stampato dalla EdAs - Società Editori Associati per la Comunicazione, che ne ha curato anche l'impostazione tipografica.

Il volume si compone di cartelle estraibili per facilitarne la consultazione ed è stato distribuito ai partecipanti del corso per formatori D.O.S., dato in dotazione agli uffici periferici del Corpo forestale dello Stato e messo a disposizione delle S.O.U.P. regionali.

Il manuale grazie al suo contenuto e alla metodologia d'impostazione, pone nelle condizioni i formatori non solo di consolidare le conoscenze e l'esperienza maturate nel settore degli incendi boschivi ma di trasmettere razionalizzando tutte le nozioni necessarie per adempiere alla funzione di D.O.S.

Non posso esimermi quindi dall'esprimere il mio più vivo apprezzamento e ringraziamento agli autori.

L'approfondimento del problema incendi e soprattutto il quotidiano lavoro che ci vede coinvolti nel debellare questo flagello ci rende sempre più consapevoli che l'incendio boschivo è un problema complesso e come tutti i problemi complessi necessitano, per la loro soluzione, del concorso, dell'interazione e collaborazione tra realtà, forze e istituzioni diverse.

Solo in un'ottica sistemica potremo, su questo fronte, ottenere risultati apprezzabili nel lungo periodo.

SUMMARY

TRAINING OF D.O.S. (DIRECTOR OF FOREST FIRE EXTINGUISHING) OF THE NATIONAL FORESTRY DEPARTMENT

To qualify more and more National Forest Corps' staff to for acting as Incident commander and to increase operational standard, many activities have been undertaken by updating programmes. The most important activity was the arrangement of a special course, which took place in 2008, addressed to instructors of Fire Incident Commanders. In that occasion more than 150 Officers, Inspectors and Civil experts were instructed to train the personnel that acts as Fire Incident Commander directly on territory facing up the wildfire on the scene of the event.

The "Technical Handbook for Fire Incident Commander" was made for the teaching programme.

The handbook was born as consequence of an agreement between National Forest Corps and University of Basilicata on the initiative National Forest Corps within the project of qualification and training of Forest Corps' person-

⁴ Pierluca Domenichini, Benito Castiglia, 2007. *Manuale operativo per la lotta contro gli incendi boschivi*. Erga Edizioni.

nel. The Authors: Professor Vittorio Leone, who was the coordinator of the project, Professor Giovanni Bovio, Mr Giancarlo Cesti e Ms Raffaella Loveglio are among the more important Italian specialists of wood fire fighting. They carried out a high scientific significance work. The handbook fills a publishing gap and represents a prestigious work in which are gathered the most updated knowledge in wood fire matters.

RÉSUMÉ

LA FORMATION DU D.O.S. (DIRECTEUR OPERATIONS EXTINCTION) DU CORPS FORESTIER DE L'ÉTAT

Pour qualifier toujours plus son personnel pour les fonctions du D.O.S. - Directeur des opérations d'extinction des incendies de forêt - le Corps forestier de l'État, afin d'élever les standards opérationnels par diverses initiatives,

a activé un intense programme de mises à jour. La principale parmi ces activités a été l'organisation d'un cours, réalisé en 2008, pour des formateurs D.O.S. adressé à plus que 150 Fonctionnaires, Inspecteurs et Experts ayant comme but d'ajourner ainsi le personnel qui exerce telle fonction sur le territoire. Pour les approfondissements didactiques le «Manuel technique du Directeur des Opérations d'Extinction» a été réalisé. Le Manuel naît grâce à l'initiative du Corps forestier de l'État, suite à une convention spécifique avec l'Université des Études de la Basilicate créée pour la réalisation du projet de formation des D.O.S. Les auteurs: Prof. Vittorio Leone, qui a coordonné le projet, Prof. Giovanni Bovio, Dr. Giancarlo Cesti et Dr. Raffaella Loveglio, sont parmi les plus grandes experts italiens contre les incendies de forêt et ont réalisé des livres de haute valeur scientifique. Le manuel, qui vient à combler un vide éditorial, constitue une oeuvre prestigieuse puisqu'il se caractérise pour être le résumé des connaissances plus actuelles en matière.

INTERAZIONI TRA RISORSE PASTORALI E FORESTALI NELLA GESTIONE DEL TERRITORIO

(*) Dipartimento di Scienze Agronomiche e Gestione del Territorio Agro-Forestale, Università degli Studi di Firenze

Pascoli e foreste sono caratterizzati da notevoli parallelismi sia per la complessità vegetazionale che per le loro importanti funzioni, e in entrambe le situazioni è necessaria una gestione razionale per la salvaguardia delle risorse. In Italia, però, sono molto frequenti le situazioni di squilibrio gestionale nei pascoli, dovute sia al sottocarico che al sovraccarico, che conducono nel lungo periodo a notevoli degradi di tipo floristico e strutturale. In questi contesti i rapporti fra pascoli e foreste sono alquanto diversificati e manifestano una certa vulnerabilità. Nelle aree poco utilizzate, si assiste all'invasione di alberi e arbusti sulla superficie pascoliva con riflessi negativi sui principali parametri pastorali, mentre nelle aree a forte utilizzazione sono gli animali che spesso trovano nel bosco una fonte alimentare strategica. La riduzione degli eventuali conflitti in situazioni così eterogenee andrebbe affrontata nell'ambito di razionali tecniche di gestione e di programmazione delle utilizzazioni all'interno di sistemi silvo-pastorali complessi e diversificati.

Parole chiave: pascolo, bosco, gestione, animali.

Key words: pasture, forest, management, animals.

Mots clés: pâturage, forêt, gestion, animaux.

1. INTRODUZIONE

Le risorse pascolive spontanee rappresentano ecosistemi assai simili a quelli forestali per la complessità della composizione vegetazionale e la possibilità di coniugare le produzioni economiche con la salvaguardia delle funzioni multiple ad esse assegnate (Staglianò *et al.*, 2003a). Come le risorse boschive, anche quelle pastorali necessitano di un'oculata gestione, in quanto nella maggior parte dei casi si tratta di formazioni secondarie, di origine antropica per cui, se non opportunamente gestite, presentano processi di trasformazione della composizione floristica e strutturale, rappresentati dal reingresso di specie legnose nelle aree sottoutilizzate (Argenti *et al.*, 2002; Rook e Tallowin, 2003) che possono condurre, con evoluzioni e tempi diversificati, alla costituzione di veri e propri boschi di neoformazione (Piuksi, 1994). Inoltre la non utilizzazione non consente, come accade in ambito forestale, di accumulare per le annate successive la fitomassa prodotta, ma essa viene persa e non può più essere recuperata (Talamucci, 1994). Purtroppo a questa situazione fa fronte un graduale ma costante abbandono di molte aree montane e marginali, con conseguente contrazione dell'uso agricolo di tali zone, che spesso coincide con l'utilizzazione zootecnica. Di conseguenza si è assistito ad una forte riduzione degli animali allevati in tali aree e quindi della superficie prato-pascoliva utilizzata, con tutte le conseguenze negative che sono state brevemente esposte in precedenza. Ad esempio, nel periodo 1960-2000 la superficie pastorale effettivamente utilizzata dagli animali è diminuita di oltre il 35% nei settori montani alpini (Lombardi *et al.*, 2001). Il fenomeno peraltro non è limitato al nostro paese ma questa tendenza è generalizzata e diffusa in molti stati europei (Van den Pol-van Dasselaar *et al.*, 2008). A questo fenomeno fa riscontro, invece, una forte utilizzazione in molte aree della dorsale appenninica (Talamucci e Pardini, 1993) lungo la quale si assiste ancora a situazioni di sovraccarico. Lo stato delle utilizzazioni pastorali in Italia presenta quindi fenomeni di squilibrio assai diversificati.

Le risorse foraggere permanenti presenti nel nostro paese ammontano a circa 4,4 milioni di ettari occupati da prati e pascoli naturali (Cavallero *et al.*, 2002) pari a circa il 15% della superficie territoriale nazionale. La minore estensione delle risorse pastorali rispetto a quelle forestali non deve però far perdere di vista le importanti funzioni che oggi esse svolgono. Se la funzione prevalentemente produttiva come visto risulta meno importante rispetto al passato (anche se in qualche contesto si notano segni di ripresa dell'attività zootecnica improntata sul pascolamento delle risorse naturali, essenzialmente legata alla presenza di prodotti tipici o ad esigenze produttive ben precise, come nel caso del biologico), è indubbio che altre molteplici e importanti funzioni sono oggi ricoperte dalle risorse pastorali, come quelle di difesa del territorio da fenomeni erosivi, paesaggistiche, turistico-ricreative e di mantenimento di biodiversità e di habitat per particolari specie animali selvatiche (Sabatini *et al.*, 2001; Porqueddu *et al.*, 2003; Peeters, 2008).

In questi contesti le relazioni con le risorse forestali sono improntate ad una certa difficoltà (se non in molti casi, ad una aperta conflittualità) che è affrontabile solo nell'ambito di razionali tecniche di gestione e di programmazione delle utilizzazioni, seguendo un approccio globale che tiene conto della necessità di far coesistere sistemi silvo-pastorali complessi e caratterizzati da una pluralità di risorse diversificate (Pardini e Rossini, 1997).

2. CARATTERISTICHE DELLE RISORSE PASTORALI ED EFFETTI DELLA GESTIONE SQUILIBRATA

Come detto, i pascoli naturali presenti in Italia, come in molti altri paesi europei, sono spesso risorse di origine secondaria, creati centinaia di anni fa per mettere a disposizione terre da far utilizzare agli animali (Nösberger e Staszewski, 2002). Ovviamente tale impatto nel settore primario ha riguardato anche altre tipologie di risorse (agrarie e forestali) con indubbie ripercussioni sugli usi del suolo. Si può infatti sostenere che l'attività agricola (in senso lato) è

stata quella che ha maggiormente imposto profonde modificazioni sul paesaggio (Massa e La Mantia, 2007) e questa affermazione si può ritenere vera per ogni regione e per ogni tipo di ambiente del nostro paese. Le risorse pastorali sono dunque intimamente correlate con l'utilizzazione che per esse è prevista e l'animale pascolante rappresenta lo strumento principale di sopravvivenza di molte formazioni pastorali che, al di fuori di quelle situate al di sopra del limite superiore del bosco (per ridurre l'analisi al caso alpino), non potrebbero esistere senza l'utilizzazione da parte degli animali (Scotton, 2001). Ovviamente le condizioni che avevano portato un tempo a questa situazione sono molto cambiate e i nuovi sistemi produttivi hanno indotto profonde mutazioni nella gestione delle risorse pastorali e nell'utilizzazione del territorio (Cavallero *et al.*, 2000). Fra le cause che hanno determinato questi cambiamenti si possono annoverare alcune caratteristiche intrinseche della risorsa pastorale: la dipendenza dagli andamenti climatici, l'irregolarità produttiva evidente in molti ambienti del nostro paese e la non possibilità di fare affidamento alla sola utilizzazione diretta da parte degli animali (Talamucci, 1991).

Da quanto detto emerge chiaramente una stretta dipendenza della funzionalità e della struttura dei pascoli (e spesso della loro stessa esistenza) in relazione al tipo di gestione che ne viene fatta. A parità di ogni altra condizione, l'elemento più importante da tenere in considerazione nella gestione di una risorsa pastorale è il carico animale (Quirk, 2002) ed è proprio facendo riferimento a questo aspetto prevalente che saranno analizzati brevemente i rapporti tra risorse pastorali e forestali nella gestione del territorio. Data la diversa risposta che si ottiene in condizioni di sovraccarico e di sottocarico (Tabella 1), è bene analizzare separatamente le due situazioni, fermo restando che in ogni caso si registrano effetti negativi in entrambe le circostanze (Pardini *et al.*, 2001). Di conseguenza saranno presi in esame gli effetti della gestione sulle risorse foraggere permanenti nelle aree a ridotta (se non addirittura nulla) e ad elevata pressione pastorale. Il primo caso, come brevemente ricordato in precedenza, è forse il più significativo come dimensione del fenomeno ed interessa vaste superfici pastorali montane alpine e appenniniche (Cavallero *et al.*, 1997) per cui ad esso verrà riservato uno spazio maggiore, anche perché in questa situazione i rapporti dinamici fra le componenti vegetali delle risorse erbacee e forestali sono particolarmente evidenti.

Nelle aree caratterizzate da ridotta pressione pastorale, ossia quelle in cui il pascolamento reale è più basso del carico potenziale stimabile attraverso le metodologie del pastoralismo (Argenti *et al.*, 2001), il numero di animali presenti può essere anche molto basso e può configurarsi come abbandono vero e proprio. Spesso in molte situazioni abbandonate dai domestici esiste l'utilizzazione da parte degli animali selvatici, il cui prelievo potrebbe contribuire al mantenimento delle aree aperte (Mannetje e Jones, 2000). La riduzione degli allevamenti interessa le aree più marginali e scomode che sono ovviamente le prime ad essere abbandonate, in quanto gli allevamenti vengono trasferiti nelle migliori situazioni di pianura e di collina (Sabatini e Argenti, 2001). Paradossalmente la situazione di sottocarico, permettendo agli animali di esplicitare al massimo la propria selettività, ossia la capacità di scegliere le specie più appetite e le aree migliori, può produrre il cosiddetto

detto "pascolo a mosaico", in cui si alternano, in ridotte superfici, zone sovrautilizzate e zone sottocaricate (Cavallero *et al.*, 2002). Si potrebbe quindi affermare che il sottocarico produce effetti "medi" su una certa zona, mentre il sovraccarico è una condizione uniformemente distribuita sull'area di riferimento. Da quanto detto sembra di poter affermare che nelle condizioni di scarsa o nulla utilizzazione sui benefici prevalgono gli svantaggi che interessano prevalentemente l'estensione delle superfici pastorali, la composizione vegetazionale (e di conseguenza la qualità dell'offerta pabulare) e la diversità e la ricchezza floristica.

La valutazione della riduzione della superficie pastorale può essere effettuata sia su vasta scala (a livello di regione o di comprensorio) sia in porzioni più limitate di territorio. Nel primo caso si può operare mediante il confronto tra censimenti eseguiti periodicamente con le stesse modalità e per le stesse finalità (come quelli dell'ISTAT del comparto agricolo), altrimenti si può andare incontro ad errori anche notevoli paragonando fonti eseguite con finalità diverse. Oppure si può far ricorso al confronto tra usi del suolo di anni diversi ottenuti anche sulla base di immagini telerilevate. Un'interessante applicazione in tal senso a livello regionale è quella riportata da Ciuchiarelli *et al.* (1998) che creando in ambiente GIS gli usi del suolo dell'intera regione abruzzese in diverse epoche, ha potuto stimare in circa 15.000 ha la perdita di praterie di alta quota a favore di formazioni forestali nel periodo 1954-1990. In aree di estensione più limitata sarebbe utile effettuare confronti puntuali fra usi del suolo di epoche diverse della zona in esame, mediante un'analisi storica dell'evoluzione delle risorse. In alcuni casi è stato possibile ricostruire serie storiche anche molto lunghe, dell'ordine delle centinaia di anni facendo ricorso ad indagini di archivio sui catasti dei secoli scorsi (Pelleri e Sulli, 2000) e tentando anche di utilizzare questi dati per la valutazione della valenza paesaggistica delle risorse coinvolte (Agnoletti, 2002). L'impiego degli strumenti GIS ha ampliato notevolmente la possibilità di utilizzo degli usi del suolo anche mediante la creazione delle cosiddette cross-tabulation, ossia tabelle nelle quali è possibile individuare le variazioni di superficie per ogni tipo di copertura e i dinamismi fra i tipi di uso del territorio (Argenti *et al.*, 2006; Garbarino e Pividori, 2006). Un'indagine molto puntuale condotta in un comprensorio alpino (Sabatini, 1999) ha permesso di stimare, in un arco di tempo di 35 anni, una perdita di superficie pastorale a favore di quella forestale di circa l'11% in alta quota e di circa il 33% nelle aree aperte infraforestali di bassa quota, evidenziando la maggiore velocità del fenomeno ad altitudine più bassa. A conclusioni simili sono giunti Argenti *et al.* (2006), di cui si riporta un esempio in Tabella 2, e Bonavita *et al.* (2007) in contesti appenninici. In definitiva, pur con metodi e finalità diversificate, le indagini hanno messo in luce una significativa diminuzione dell'estensione della superficie pastorale in conseguenza della ridotta utilizzazione animale, con tempi e processi variabili in funzione delle condizioni stagionali e della gestione pregressa.

Un altro effetto della minore utilizzazione o dell'abbandono delle aree pastorali si può ritrovare nelle profonde modificazioni della propria componente vegetale, sia in termini di presenza di specie che di struttura (Messeri *et al.*, 2007). Come visto i cambiamenti floristici che avvengono in aree a ridotta utilizzazione prevedono la diffu-

sione di specie di scarso interesse foraggero o di specie oligotrofiche, che si avvantaggiano cioè di minore fertilità nel suolo e che sono spesso di scarso valore pabulare: come conseguenza si ha la riduzione globale del pascolo in termini di qualità foraggera (Lombardi *et al.*, 2001; Staglianò *et al.*, 2008). Inoltre, nelle aree in cui è ancora presente un minimo di utilizzazione, gli animali sono condotti al pascolo con tecniche poco razionali, per cui il prelievo è concentrato nelle aree limitrofe alle stalle e ai punti di ricovero e in queste condizioni è frequente osservare ulteriori peggioramenti per la diffusione di specie nitrofile (Cereti *et al.*, 2000). Il mantenimento di un certo livello di carico almeno minimale (Staglianò *et al.*, 2000; Cereti e Rossini, 2001) o la reintroduzione di un certo tasso di utilizzazione (Dorée *et al.*, 2002) sembra invece in grado di influenzare positivamente la componente erbacea delle aree sottoutilizzate, incrementando la qualità generale del pascolo, valutata tramite un parametro di riferimento come il valore pastorale. Tale tendenza è confermata, sui dati provenienti da 14 aree alpine (Tabella 3), dalla presenza di formazioni pastorali di buona qualità in aree con elevato livello di utilizzazione (Sabatini e Argenti, 2001). Ovviamente la riduzione del prelievo animale o l'abbandono nel medio-lungo periodo influiscono sulla struttura della formazione pastorale, che tende ad essere invasa da alberi e arbusti (Staglianò *et al.*, 2002) con una relazione diretta con il livello di utilizzazione, come riportato nell'esempio di Figura 1. In definitiva, la presenza di specie legnose non solo produce la diminuzione della superficie pascoliva utilizzabile, ma esalta le conseguenze negative del sottopascolamento, influenzando molte importanti caratteristiche della componente erbacea, come la produttività e la qualità dell'offerta e il carico mantenibile (Lombardi, 2005; Dzwonko e Loster, 2007; Zarovali *et al.*, 2007).

Oltre agli effetti già visti, il cambiamento dell'utilizzazione nei pascoli si ripercuote anche sulle caratteristiche di diversità e ricchezza floristica. Se è vero che in alcuni casi una certa estensificazione può portare all'incremento del numero di specie (Nösberger e Kessler, 1997), l'estrema riduzione e semplificazione delle pratiche agricole, coincidenti con il vero e proprio abbandono, hanno conseguenze negative sulla diversità e la ricchezza specifica di una risorsa pastorale (Sabatini e Argenti, 2001). Staglianò *et al.* (2003b) studiando un'area pascoliva abruzzese invasa da arbusti hanno evidenziato la stretta relazione tra densità dell'invasione da parte delle legnose e ricchezza floristica e indici di diversità e dominanza della componente erbacea, con valori migliori in aree meno invase (Tabella 4), e una relazione inversa tra numero di piante ad ettaro di legnose e numero di specie erbacee. L'effetto negativo della copertura legnosa sulla componente erbacea è confermato da Argenti *et al.* (2000) in aree infraforestali di fondovalle. La dimensione stessa della radura sembra influire notevolmente sulla ricchezza floristica, con effetti diversificati a seconda che si consideri la fascia ecotonale o il centro della radura (Figura 2).

Nelle aree a forte pressione pastorale gli effetti del sovraccarico sulle risorse pastorali sono assai diversi da quanto descritto finora. Come illustrato in precedenza, gli animali in qualche modo sono costretti a ridurre la propria selettività aumentando il prelievo e interessando specie che in altre condizioni sarebbero rifiutate, influenzando quindi

in maniera molto drastica dapprima la taglia e il portamento delle stesse specie e poi innescando dei fenomeni di evoluzione del cotico verso forme di degrado che nel lungo periodo possono portare al sentieramento, all'erosione e alla scomparsa stessa della vegetazione erbacea (Pardini, 2005). In questi contesti le specie legnose che possono essere presenti all'interno delle risorse pastorali possono subire un certo livello di prelievo, in relazione alla loro appetibilità e al tipo di animale pascolante (Lombardi, 2005). Anzi, in molti casi esse possono essere identificate come risorse strategiche per il periodo estivo considerando la loro capacità di produzione di alimento verde in estate e di mantenere per un lungo periodo la qualità foraggera (Talamucci e Pardini, 1999). Nelle condizioni di elevata intensità di pascolamento, tipiche soprattutto dell'Europa mediterranea e, nel nostro paese, delle aree centro-meridionali, si assiste spesso al pascolamento degli animali dentro il bosco, che diventa parte integrante di sistemi silvo-pastorali all'interno dei quali si tenta di aumentare al massimo gli aspetti positivi provenienti dall'unione di risorse diversificate (Jose *et al.*, 2004). La gestione oculata sia degli animali e della loro movimentazione che delle risorse forestali dovrebbe essere in grado di disegnare sistemi capaci di ridurre degenerazioni irreparabili, specialmente in un contesto che è molto diverso rispetto a quello di qualche decennio fa (Talamucci, 1991).

3. POSSIBILITÀ DI INTERVENTO E CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Per le possibilità di gestione delle risorse pastorali nell'ambito di sistemi complessi che coinvolgono quelle forestali, si prospettano diverse soluzioni. Innanzi tutto nei piani di gestione dei beni silvo-pastorali si dovrebbe eseguire uno studio più approfondito dei pascoli, evitando il riferimento a indicazioni generiche e vaghe (Sabatini *et al.*, 2001) e valutando anche le funzioni non produttive, come recentemente proposto nell'ambito del progetto Ri.Selv.Italia per la pianificazione forestale territoriale.

In estrema sintesi, nelle aree sottoutilizzate, sarebbe necessario mantenere o ripristinare, anche facendo leva su finanziamenti pubblici, un carico animale almeno a livelli minimali, in quanto è stato visto che in tali condizioni si può arrivare alla conservazione di complessi ecosistemi silvo-pastorali (Talamucci e Staglianò, 2000). Gli interventi talora prospettati di decespugliamento possono avere un'efficacia immediata in certe situazioni recuperabili (quando cioè l'invasione di arbusti non ha raggiunto determinati livelli di copertura del suolo) ma essa non si prolunga nel tempo se non si ripristina un successivo livello di utilizzazione: in questi casi sembra più consono indirizzare l'evoluzione della successione ecologica verso la copertura forestale. Altri interventi possono avere finalità diverse e prevedere operazioni di ripristino o di conservazione di aree aperte per il mantenimento della biodiversità o di habitat a finalità faunistiche (Genghini, 2007). Per le aree a forte pressione pascoliva, oltre a regolare i carichi animali secondo le reali produttività dei pascoli (Argenti *et al.*, 2002), l'utilizzazione delle risorse forestali può rappresentare un modo per mantenere elevate presenze di bestiame (San Miguel, 2005) e un buon sistema anche per ridurre i rischi di incendio sempre presenti nelle aree forestali medi-

terranee (Etienne, 2005). In tali situazioni però è doveroso operare sia una attenta pianificazione che un rigido controllo per evitare una utilizzazione errata delle risorse forestali.

In entrambe le situazioni viste, quindi, il ruolo centrale

dell'animale utilizzatore sembra insostituibile, anche se esso va considerato all'interno di una nuova visione che faccia veramente del multiuso del territorio una delle proprie finalità principali.

<i>Effetti del sovraccarico</i>	<i>Effetti del sottocarico</i>
Modificazione morfologica delle specie presenti: portamento prostrato, strisciante, a rosetta Diffusione di specie eliofile (a volte buone foraggiere) Scomparsa delle specie pabulari Presenza di specie acidofile Comparsa di specie di reazione (spinose, velenose) Sentieramento e scomparsa della copertura vegetale	Aumento della selettività animale Comparsa di specie oligotrofiche Diffusione di specie non appetite e non pabulari Formazione di cotici a "mosaico" (alternanza di aree sottoutilizzate con altre sovraccaricate) Ingresso di arbusti e alberi Ritorno del bosco

Tabella 1. Principali effetti del carico animale non equilibrato sulle risorse pastorali.

Table 1. Main effects of unbalanced animal grazing on pastoral resources.

Tableau 1. Effets principaux du chargement animal déséquilibré sur les ressources pastorales.

<i>Uso del suolo</i>	<i>1956</i>		<i>1976</i>		<i>1997</i>	
	<i>ha</i>	<i>%</i>	<i>ha</i>	<i>%</i>	<i>ha</i>	<i>%</i>
Seminativi-prati stabili	18,7	9%	--	--	--	--
Boschi di latifoglie	--	--	43,3	20%	69,8	33%
Boschi di conifere	--	--	8,4	4%	16,7	8%
Boschi misto	--	--	--	--	0,6	0%
Pascoli naturali	151,0	71%	111,6	52%	70,2	33%
Arbusteti	11,1	5%	31,3	15%	38,0	18%
Affioramenti rocciosi	15,9	7%	15,2	7%	13,7	6%
Improduttivi	17,1	8%	4,0	2%	4,8	2%
totale	213,8	100%	213,8	100%	213,8	100%

(da Argenti et al., 2006, modificato)

Tabella 2. Evoluzione dell'uso del suolo in un'area appenninica in circa 40 anni.

Table 2. Land use evolution of an Apennine area in about 40 years.

Tableau 2. Evolution de l'usage du sol dans une zone des Apennins dans 40 années.

<i>Malga</i>	<i>Superficie percentuale</i>			<i>Utilizzazione percentuale</i>
	<i>Pascolo mediocre</i>	<i>Pascolo invaso da arbusti</i>	<i>Pascolo buono</i>	
Chivion (BL)	70	26	4	0
Drotelle/Chiastellin (BL)	43	40	17	7
Manzina (SO)	90	0	10	11
Meggiana (VC)	19	80	1	12
Manzon (BL)	70	30	0	14
Masucco (SO)	74	17	9	18
Cecido (BL)	62	37	1	20
Campobon (BL)	35	58	7	23
Antola (BL)	57	22	21	28
Londo (BL)	34	12	54	32
Altuemira (SO)	61	9	30	45
Dignas (BL)	44	38	18	47
Venegia (TN)	38	15	47	88
Venegiotta (TN)	19	0	81	94

(da Sabatini e Argenti, 2001, modificato)

Tabella 3. Ripartizione della superficie pastorale di diversa qualità in relazione all'utilizzazione percentuale in alcune aree alpine.

Table 3. Proportion of pastoral surface of different quality in relation to level of utilisation in some alpine areas.

Tableau 3. Répartition de la surface pastorale de qualité différente in relation au pourcentage d'utilisation dans des zones des Alpes.

Densità di invasione arbustiva	Numero di specie per rilievo	Indice di Shannon-Wiener (H)	Equitabilità (E)	Indice di Simpson (D)
Bassa	36,0	2,98	0,89	0,06
Media	34,4	3,18	0,90	0,05
Alta	17,0	2,37	0,84	0,11

(da Staglianò et al., 2003b, modificato)

Tabella 4. Effetto della densità di invasione arbustiva su alcuni parametri ecologici delle risorse pastorali in un'area appenninica.

Table 4. Effect of shrubs encroachment density on some ecological parameters of pastoral resources in an Apennine area.

Tableau 4. Effets de la densité d'envahissement par des arbustes sur les caractéristiques écologiques des ressources pastorales dans une zone des Apennins.

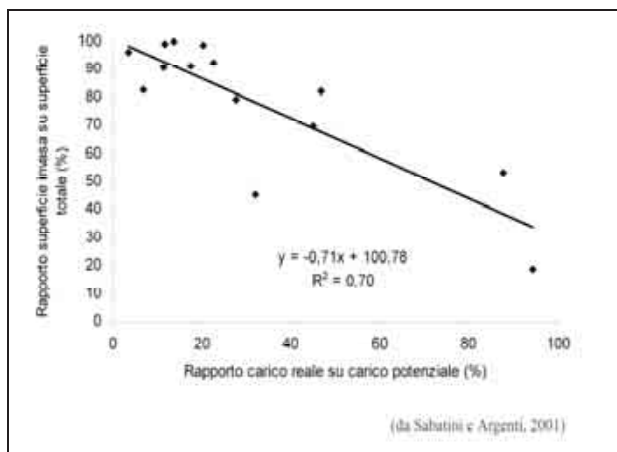


Figura 1. Relazione tra utilizzazione animale e proporzione di superficie pastorale invasa da arbusti.

Figure 1. Relation between animal utilisation and proportion of pasture surface encroached by shrubs.

Figure 1. Relation entre l'utilisation animale et la proportion de surface pastorale envahie par des arbustes.

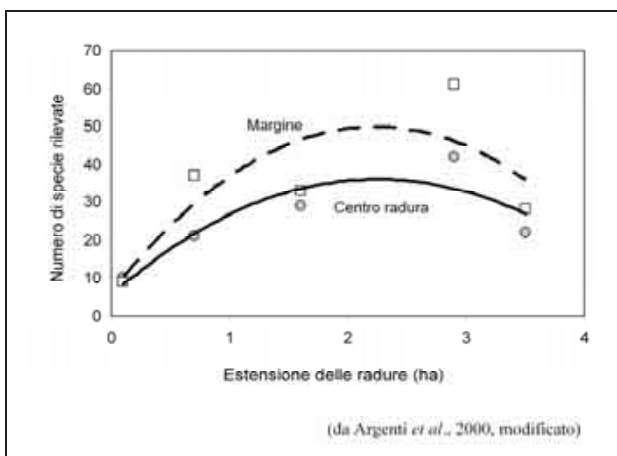


Figura 2. Effetto dell'estensione della radura sul numero di specie erbacee in un'area alpina.

Figure 2. Effect of clearing surface on number of herbaceous species in an alpine area.

Figure 2. Effet de l'extension d'une clairière sur le nombre d'espèces dans une zone des Alpes.

SUMMARY

INTERACTIONS BETWEEN PASTORAL AND FOREST RESOURCES IN THE MANAGEMENT OF THE TERRITORY

Pastures and forests are very similar for their complex botanical composition and for their important functions and in both cases a proper management is required to maintain the resources in a safe way. However, in Italy, situations of not balanced managements of pastures are highly present, due to over and under grazing that lead, in the long term, to a remarkable floristic and structural degradation. In this context relationships between pastures and forests are diversified and they can show some vulnerability. In less utilised areas we can observe shrubs and trees encroachment, with negative effects on main pastoral parameters, as in highly utilised area animals grazing can find in the wood a strategic source of forage. Reduction of possible conflicts in so different situations should be faced taking into account a rational management and planning of utilisation inside complex and diversified silvo-pastoral systems.

RÉSUMÉ

INTERACTIONS ENTRE PATURAGES ET FORETS DANS LA GESTION DU TERRITOIRE

Les pâturages et les forêts sont très similaires tant du point de vue de la complexité de la végétation que par les fonctions qu'ils recouvrent par eux et, dans tous les deux cas, il est nécessaire une gestion rationnelle pour la sauvegarde des ressources. En Italie, on retrouve très souvent, des situations de déséquilibre dues à la surcharge ou à la sous-charge animale qui conduisent, dans le long terme, à la dégradation de la composition floristique et de la structure de la végétation. Dans ce cadre, il ressort que les relations entre ressources pastorales et forestières présentent une certaine fragilité. Il y a l'embroussaillage des milieux pastoraux où le niveau d'utilisation est très faible avec des effets négatifs sur les plus importantes caractéristiques de la végétation. Par contre, en régime de surcharge, la forêt est une source stratégique d'alimentation pour les animaux. Pour réduire ces conflits il faudrait une meilleure organisation du pâturage à l'intérieur des systèmes sylvo-pastoraux.

BIBLIOGRAFIA

- Agnoletti M. (a cura di), 2002 - *Il paesaggio agro-forestale toscano*. ARSIA Regione Toscana, Firenze.
- Argenti G., Sabatini S., Staglianò N., Talamucci P., 2000 - *Vegetazione prato-pascoliva infraforestale e biodiversità di un'area alpina orientale*. Atti del II Convegno della Società Italiana di Selvicoltura ed Ecologia Forestale, 20-22 ottobre 1999, Bologna, 267-272.
- Argenti G., Sabatini S., Staglianò N., 2001 - *Principali tecniche di indagine sui prati e sui pascoli per la loro gestione equilibrata*. Sherwood, 66: 43-47.
- Argenti G., Bianchetto E., Sabatini S., Staglianò N., Talamucci P., 2002 - *Indicazioni operative per la gestione delle risorse pastorali nei Parchi Nazionali*. In «Linee guida per la gestione ecosostenibile delle risorse forestali e pastorali nei Parchi Nazionali», a cura di O. Ciancio, P. Corona, M. Marchetti, S. Nocentini. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, Servizio Conservazione della Natura, Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze, p. 155-203.
- Argenti G., Bianchetto E., Ferretti F., Giulietti V., Milandri M., Pelleri F., Romagnoli P., Signorini M.A., Venturi E., 2006 - *Caratterizzazione di un'area pascoliva in fase di abbandono attualmente utilizzata in modo estensivo (S. Paolo in Alpe - S. Sofia, FC)*. *Forest@*, 3: 387-396.
- Bonavita A., Calamini G., Pellegrini P., 2007 - *Il recupero delle aree aperte di montagna: analisi delle variazioni dell'uso del suolo in due comuni della montagna pistoiese*. *L'Italia Forestale e Montana*, 62: 1-13.
- Cavallero A., Bassignana M., Iuliano G., Reyneri A., 1997 - *Sistemi foraggeri semi-intensivi e pastorali per l'Italia settentrionale: analisi delle risultanze sperimentali e dello stato attuale dell'alpicoltura*. *Rivista di Agronomia*, 31: 482-504.
- Cavallero A., Bianchi M., Gualfione S., Battaglini L. M., Reyneri A., 2000 - *Analisi della trasformazione dal sistema foraggero-zootecnico tradizionale a quello pastorale nella collina piemontese*. *Rivista di Agronomia*, 34: 329-336.
- Cavallero A., Rivoira G., Talamucci P., 2002 - *Pascoli*. In «Foraggiere e tappeti erbosi», a cura di R. Baldoni, L. Giardini. Patron Editore, Bologna, p. 239-294.
- Cereti C.F., Rossini F., Scoppola A., Casciato M., 2000 - *Caratterizzazione e utilizzazione delle risorse foraggiere in tre malghe del tesino (TN)*. *Rivista di Agronomia*, 34: 100-113.
- Cereti C.F., Rossini F., 2001 - *Pascolamento episodico per la gestione dei pascoli in quota nell'Altopiano del Tesino (TN)*. In «Contributi alla conoscenza scientifica», a cura di E. Piano, R. Paletti, M. Bassingana. P.F. MiPAF "Gestione delle risorse prato-pascolive alpine". Aosta, p. 17-21.
- Ciuchiarelli I., Santucci S., Verna P. (a cura di), 1998 - *Atlante del territorio rurale abruzzese*. Approfondimento aggiornato al 1996. ARSSA, Avezzano (AQ).
- Dorée A., Bornard A., Bernard-Brunet C., 2002 - *Evolution, en vingt ans, des landes à myrtilles avec ou sans pâturage par des animaux domestiques (bovin et ovin)*. Atti dell'11° Meeting FAO Sub-Network on Mountain Pastures, 13-17 settembre, Luz St. Sauveur (F), 94-96.
- Dzwonko Z., Loster S., 2007 - *A functional analysis of vegetation dynamics in abandoned and restored limestone grasslands*. *Journal of Vegetation Science* 18: 203-212.
- Etienne M., 2005 - *Management of grazing animals for environmental quality*. *Options méditerranéennes*, n. 67, 225-235.
- Garbarino M., Pividori M., 2006 - *Le dinamiche del paesaggio forestale: evoluzione temporale del bosco di neoformazione sui pascoli di Corte Pogallo - Parco nazionale della Val Grande (VB)*. *Forest@*, 3: 213-221.
- Genghini M., 2007 - *Territori di collina e di montagna e politiche agricole: effetti ed opportunità per la fauna selvatica*. In «Valorizzazione agro-forestale e faunistica dei territori collinari e montani», a cura di M. Lucifero, Genghini M. Istituto Nazionale Fauna Selvatica, Ministero delle Politiche agricole, alimentari e forestali, St.e.r.n.a., Toscanella di Dozza (BO), p. 13-42.
- Jose S., Gillespie A.R., Pallardy S.G., 2004 - *Interspecific interactions in temperate agroforestry*. *Agroforestry Systems*, 61: 237-255.
- Lombardi G., Reyneri A., Cavallero A., Argenti G., Sabatini S., Staglianò N., Talamucci P., 2001 - *La gestione conservativa delle superfici pastorali dell'arco alpino*. In «Contributi alla conoscenza scientifica», a cura di E. Piano, R. Paletti, M. Bassingana. P.F. MiPAF "Gestione delle risorse prato-pascolive alpine". Aosta, p. 7-15.
- Lombardi G., 2005 - *Optimum management and quality pastures for sheep and goat in mountain areas*. *Options méditerranéennes*, n. 67, 19-29.
- Mannetje L.'t, Jones R.M., 2000 - *Grassland vegetation and its measurement*. In «Field and laboratory methods for grassland and animal production research», a cura di L.'t Mannetje e R.M. Jones. CABI Publishing, University Press, Cambridge (GB), 1-8.
- Massa B., La Mantia T., 2007 - *Forestry, pasture, agriculture and fauna correlated to recent changes in Sicily*. *Forest@*, 4: 418-438.
- Messeri A., Staglianò N., Pazzi G., Argenti G., 2007 - *Analysis of a set of indicators to assess pastoral ecosystems utilised at different level*. Atti del 14° Simposio dell'European Grassland Federation, 3-5 settembre 2007, Ghent (B), 291-294.
- Nösberger J., Kessler W., 1997 - *Utilisation of grassland for biodiversity*. Atti dell'International Occasional Symposium dell'European Grassland Federation, 19-23 maggio 1997, Varsavia (PL), 33-42.
- Nösberger J., Staszewski Z., 2002 - *Overview of the changes in research on grasslands in Europe*. Atti del 19° General Meeting dell'European Grassland Federation, 27-30 maggio 2002, La Rochelle (F), 17-27.
- Pardini A., Rossini F., 1997 - *Sistemi pascolivi nell'Italia centro-meridionale*. *Rivista di Agronomia*, 31: 89-100.
- Pardini A., Longhi F., Lombardi P., Argenti G., 2001 - *Animal stocking rate in tropical and subtropical rangelands*. II. Comparison of methods for the calculation. *Journal of Agriculture and Environment for International Development*, 94: 257-274.
- Pardini A. (a cura di), 2005 - *Gestione dei pascoli e dei territori pascolivi*. Aracne Ed., Roma.
- Peeters A., 2008 - *Challenges for grasslands, grassland-based systems and their production potential in Europe*. Atti del 22° General Meeting dell'European Grassland Federation, 9-12 giugno 2008, Uppsala (S), 9-24.
- Pelleri F., Sulli M., 2000 - *Campi abbandonati e avanzamento del bosco*. Un caso di studio nelle Prealpi lombarde

- (Comune di Brinzio, Provincia di Varese). *Annali Istituto Sperimentale Selvicoltura*, vol. 28, anno 1997, 89-126.
- Piussi P., 1994 - *Selvicoltura generale*. UTET, Torino.
- Porqueddu C., Parente G., Elsasser M., 2003 - *Potential of grassland*. Atti del 12° Simposio dell'European Grassland Federation, Pleven (Bulgaria), 26-28 maggio 2003, 11-20.
- Quirk M., 2002 - *Managing grazing*. In «Global Rangelands. Progress and prospects», a cura di Grice A.C., e Hodgkinson K.C. CABI Publishing, New York (USA), p. 131-145.
- Rook A.J., Tallowin J.R.B., 2003 - *Grazing and pasture management for biodiversity benefit*. *Animal Research*, 52: 181-189.
- Sabatini S., 1999 - *Risposta della vegetazione pascoliva in un'areale delle Alpi Orientali alle variazioni di utilizzazione*. Tesi di Dottorato, Università di Firenze.
- Sabatini S., Argenti G., 2001 - *Abbandono dei pascoli e cambiamenti della vegetazione*. In «Il futuro dei pascoli alpini: gestione integrata per uno sviluppo sostenibile», a cura di D. Giannelle e P. Rodaro. Viote del Monte Bondone (TN), 15-17 giugno 2000, p. 95-115.
- Sabatini S., Argenti G., Staglianò N., Bianchetto E., 2001 - *Il monitoraggio delle risorse prative e pascolive per la definizione di idonee linee di gestione pastorale sostenibile*. Comunicazioni di Ricerca 2001/2, ISAFSA, Villazzano (TN), p. 93-99.
- San Miguel A., 2005 - *Mediterranean European silvopastoral systems*. Atti dell'International Congress "Silvopastoralism and Sustainable Land Management", Aprile 2004, Lugo (E), CAB Publishing, 36-40.
- Scotton M., 2001 - *Effetti sulla vegetazione del pascolamento effettuato con diverse specie animali*. In «Il futuro dei pascoli alpini: gestione integrata per uno sviluppo sostenibile», a cura di D. Giannelle e P. Rodaro. Viote del Monte Bondone (TN), 15-17 giugno 2000, p. 117-128.
- Staglianò N., Argenti G., Pardini A., Sabatini S., Talamucci P., 2000 - *Ipotesi gestionali di pascoli alpini attraverso utilizzazioni minimali per la conservazione delle risorse*. *Rivista di Agronomia*, 34: 191-195.
- Staglianò N., Di Prinzi M., Argenti G., Sabatini S., Talamucci P., 2002 - *Assessment of animal grazing pressure on woody pastures in Central Italy*. Atti della Conferenza IUFRO "Collecting and analyzing information for sustainable forest management and biodiversity monitoring", 4-7 dicembre 2001, Palermo, 169-172.
- Staglianò N., Argenti G., Albertosi A., Bianchetto E., Sabatini S., 2003a - *La gestione delle risorse pastorali e le relazioni con gli ambienti forestali*. Atti del Convegno "Selvicoltura e paesaggi forestali in Appennino", 7-8 ottobre 2002, Santuario della Verna, 99-108.
- Staglianò N., Argenti G., Pardini A., Bianchetto E., 2003b - *Influence of shrubby vegetation on biodiversity in a pasture of the Apennines (Central Italy)*. Atti del 12° Simposio dell'European Grassland Federation, 26-28 maggio 2003, Pleven (BG), 580-583.
- Staglianò N., Argenti G., Sammarone L., 2008 - *Improvement of oligotrophic pastures with animal and mechanical treatments*. Atti del 22° General Meeting dell'European Grassland Federation, 9-12 giugno 2008, Uppsala (S), 1013-1015.
- Talamucci P., 1991 - *Pascolo e bosco*. *L'Italia Forestale e Montana*, 46: 88-117.
- Talamucci P., Pardini A., 1993 - *Systèmes fourragers et pastoraux de la montagne Italienne*. Atti del XXVIII Simposio Internazionale di Zootecnia, Milano 14 maggio 1993, 71-93.
- Talamucci P., 1994 - *Colture agrarie e gestione dei pascoli*. In "Atti dell'Accademia dei Georgofili", Serie VII, Vol. XLI, 113-131.
- Talamucci P., Pardini A., 1999 - *Pastoral systems which integrate woody plants*. Atti dell'Occasional Symposium dell'European Grassland Federation, 27-30 maggio 1999, Salonicco (GR), 331-341.
- Talamucci P., Staglianò N., 2000 - *Ungulati e vegetazione pascoliva*. Atti del Convegno "Gestione degli ungulati selvatici: problemi e soluzioni", 31 marzo - 1 aprile 2000, Perugia, 13-27.
- Van den Pol-van Dasselaar A., Vellinga T.V., Johansen A., Kennedy E., 2008 - *To graze or not to graze, that's the question*. Atti del 22° General Meeting dell'European Grassland Federation, 9-12 giugno 2008, Uppsala (S), 706-716.
- Zarovali M.P., Yiakoulaki M.D., Papanastasis V.P., 2007 - *Effects of shrub encroachment on herbage production and nutritive value in semi-arid Mediterranean grasslands*. *Grass and Forage Science*, 62: 355-363.

RILEVANZA E PROSPETTIVE DEI SISTEMI ZOOTECNICI SILVOPASTORALI

(*) Dipartimento di Produzioni Animali, Università degli Studi della Tuscia, Viterbo

I sistemi silvopastorali rivestono un ruolo importante in molte aree geografiche, sia per le funzioni produttive e di sostegno alle popolazioni rurali, sia per le implicazioni di carattere ambientale. Le attività silvopastorali diffuse nei paesi di area Mediterranea sono spesso all'origine di problemi di degrado ambientale, ma forniscono anche contributi interessanti per il mantenimento della biodiversità e per la diversificazione e caratterizzazione delle produzioni animali.

Le prospettive di sviluppo appaiono differenziate in rapporto alle componenti del contesto ambientale e legate a provvedimenti normativi e tecnici. I futuri modelli di gestione dovranno essere sempre più orientati verso criteri di sostenibilità e multifunzionalità, con integrazione e responsabilizzazione delle diverse componenti ambientali e produttive.

Parole chiave: sistemi silvopastorali, produzioni animali, sostenibilità.

Key words: silvopastoral systems, animal productions, sustainability.

Mots clés: systèmes sylvopastoraux, élevage, durabilité agro-écologique.

1. INTRODUZIONE

Intorno alla questione dell'utilizzazione di aree boschive per finalità zootecniche si è sviluppato nel corso degli anni un ampio dibattito, che ha portato alla affermazione di linee di pensiero diverse e spesso contrapposte, con ricadute su aspetti normativi, sociali ed economici.

Nella presente relazione il tema "pascolo nel bosco" viene inquadrato all'interno del tema più ampio dei "sistemi silvopastorali", che comprende non soltanto la pratica tradizionale di pascolamento di erbivori in aree forestali, ma anche altre tecniche di interesse economico ed ecologico che prevedono interventi di forestazione o riforestazione in aree pascolo prive di vegetazione arbustiva ed arborea. Tali aspetti non verranno tuttavia affrontati nella trattazione.

I sistemi silvopastorali sono caratterizzati dalla messa in atto di un insieme di pratiche di uso delle risorse naturali del territorio, per diverse finalità e con profonde interazioni ecologiche ed economiche tra le diverse componenti (McAdam, 2004). I sistemi silvopastorali combinano, in un disegno gestionale di tipo unitario, obiettivi produttivi forestali di medio-lungo periodo con obiettivi produttivi zootecnici di corto periodo.

Tre principali tipi di sistemi silvopastorali possono essere individuati (Murgueitio, 2006):

- sistemi nei quali viene esercitato il pascolo permanente o stagionale in aree boschive;
- sistemi nei quali viene introdotta e/o migliorata la produzione di foraggio all'interno di piantagioni forestali;
- sistemi nei quali alberi ed arbusti vengono mantenuti o introdotti in aree pascolo.

I sistemi silvopastorali rivestono una grande importanza a livello mondiale, come evidenziato da atti internazionali, come i documenti di Rio (convenzioni sulla diversità biologica, sui cambiamenti climatici, sulla lotta alla desertificazione e sullo sviluppo ambientale). In Agenda 21 della suddetta convenzione i sistemi silvopastorali sono ricordati come un modello di gestione sostenibile del territorio.

Obiettivo principale della trattazione è di delineare il significato attuale dei sistemi silvopastorali, con particolare riferimento a quelli diffusi in paesi dell'area Mediterranea, e di delineare ipotesi per linee di sviluppo sostenibile.

2. LO STATO DELLA RICERCA SUI SISTEMI SILVOPASTORALI

2.1 Gli effetti negativi sull'ambiente, con riferimento all'area Mediterranea

Occorre in premessa evidenziare che, pur in presenza di una notevole e crescente attività di ricerca sui sistemi silvopastorali, i risultati sperimentali disponibili non sono facilmente confrontabili tra loro, in quanto derivanti da studi in condizioni stazionali a volte profondamente diverse, influenzate da un complesso di fattori che include il clima, le specie animali ed il loro carico, le vicende pregresse legate alla utilizzazione delle risorse, gli interventi umani.

Il paesaggio rurale del bacino Mediterraneo è profondamente segnato dalle attività agrosilvopastorali, che hanno contribuito alla creazione di un mosaico di ecosistemi (Di Castri, 1981). I sistemi di allevamento a carattere estensivo che si riscontrano nelle aree mediterranee sono ritenuti responsabili di fenomeni di degrado ambientale, quali deforestazione e desertificazione (Tabella 1). Tali fenomeni sono determinati da una serie di condizioni interagenti (Tsoumis, 1985; Pulina *et al.*, 1998; Mayer *et al.*, 2005):

- il permanere del bestiame al pascolo anche nel periodo invernale;
- l'accrescersi delle dimensioni delle mandrie o del gregge per ragioni di sostenibilità economica;
- la marginalità fisica delle aree utilizzate per il pascolamento, prevalentemente collinari e montane, con scarso spessore di suolo e vasti affioramenti rocciosi;
- dalle scarse ed irregolari precipitazioni e dalla scarsa disponibilità di punti d'acqua;
- dalla presenza di aree pubbliche con uso civico di pascolamento, ove è difficile mettere in atto sistemi razionali di gestione;
- gli incoraggiamenti forniti dalla Comunità Europea, prima dell'entrata in vigore di Agenda 2000, ad aumentare la numerosità dei capi allevati.

In merito alla questione delle aree gravate da uso civico, se da una parte viene riconosciuto che la presenza di forme di gestione pubblica delle aree pascolive e boschive ha fornito in passato e continua a fornire ancora oggi un contributo di rilievo per l'economia locale, altrettanto evidenti sono i fenomeni di degrado legati alla non corretta gestione

del bene pubblico da parte di amministratori e di utenti. E' utile citare a questo proposito un passaggio tratto da *The tragedy of the commons* (Hardin, 1968), che mette in luce una profonda modifica del controllo sociale nella gestione del territorio, con predominanza delle strategie individuali: "Each man is locked into a system that compels him to increase his herd without limit – in a world that is limited".

La pratica degli incendi fa parte integrante dei sistemi silvopastorali presenti nelle aree mediterranea (Margaris, 1992). Non infrequentemente sovrapascolamento ed incendi sono strettamente collegati, riscontrabili soprattutto in terre pubbliche. La pratica dell'incendio viene vista come un sistema utile per espandere le aree di pascolo a danno della superficie boscata, per limitare l'espandersi dei cespugli e per combattere la diffusione di componenti erbacee infestanti. I risultati di questa pratica storica, osservabili in molte aree collinari e montane dell'Italia centro-meridionale ed insulare utilizzate per l'allevamento dei piccoli ruminanti, dimostrano effetti del tutto opposti agli obiettivi fissati. Occorre tuttavia evidenziare che elementi estranei alla gestione pastorale vengono spesso chiamati in causa, rendendo il fenomeno degli incendi boschivi estremamente complesso.

2.2 Gli effetti positivi sull'ambiente

Se da una parte non ci sono dubbi sugli effetti deleteri del carico eccessivo di bestiame e della mancanza di interventi gestionali, esistono numerosi riscontri sperimentali di effetti positivi della presenza del bestiame nei boschi (Tabella 1). Molte aree montane europee hanno fatto esperienza negli ultimi decenni di un progressivo abbandono delle pratiche agricole e zootecniche, fino allo spopolamento. La scomparsa di forme di utilizzazione delle risorse foraggiere e di gestione del territorio ha determinato profonde variazioni a carico della architettura e della fisionomia del paesaggio, con riduzione di alcune componenti del mosaico, degrado delle aree pascolo con invasione di alberi ed arbusti e perdita di biodiversità (Piussi e Farrel 2000).

Diversi autori hanno dimostrato che il pascolamento condotto ad un livello intermedio di pressione permette di potenziare la biodiversità nelle sue diverse componenti (Smart *et al.*, 1985; Giurga *et al.*, 1998; Rambo e Faeth, 1999). I sistemi di allevamento a carattere estensivo sono considerati uno strumento utile per modulare la forte dinamica della vegetazione verso lo sviluppo e l'invasione delle aree pascolo da parte di specie arbustive (Casasus *et al.*, 2003) e di migliorare la fertilità dei suoli (Smit e Kooijman, 2001).

Se adeguatamente impostato e gestito, il pascolamento del bestiame può essere un utile strumento sia per mantenere l'integrità del paesaggio, sia per la prevenzione degli incendi (Perez, 2002). Numerose sperimentazioni hanno dimostrato che il pascolamento con erbivori domestici, quali ovini e caprini (Bellon e Roggero, 1997), può essere utile per ridurre la biomassa erbacea ed arbustiva che costituisce un potente combustibile nei periodi estivi. Ciò può apparire, come è stato evidenziato da alcuni autori, elemento contraddittorio e provocatorio se confrontato con un contesto di storia delle attività silvopastorali nell'area Mediterranea, segnato da una tendenza dei pastori ad utilizzare la pratica dell'incendio come sistema di rinnovamento delle aree pascolo (Flamant *et al.*, 1999).

Molte questioni rimangono tuttavia di difficile soluzione

(Bernues *et al.*, 2005), quali: il tipo di pascolo da utilizzare, le variazioni a carico della vegetazione a seguito del pascolamento, il tipo di animali e le modalità di gestione del pascolamento, la quantificazione dei vantaggi prevedibili sul piano ambientale e delle produzioni zootecniche.

2.3 Ricadute sull'allevamento estensivo

Molte ricerche hanno affrontato il tema della stima della biomassa foraggiere disponibile per le esigenze dell'allevamento e la stima del potenziale valore nutrizionale (Papachristou *et al.*, 2005; Argenti *et al.*, 2006). I dati disponibili non sono facilmente generalizzabili, in quanto influenzati dalle specifiche formazioni, delle fasi vegetative e dell'influenza esercitata dalle condizioni ambientali. Un ulteriore elemento di complessità e variabilità è rappresentato dal fatto che la dieta di un erbivoro è in realtà costituita da un insieme di singole componenti foraggiere, che si combinano tra loro determinando effetti associativi solo in minima parte conosciuti. Molti dei composti rinvenibili nelle specie arbustive ed arboree sono classificati come fattori antinutrizionali, in quanto possiedono la capacità di interferire con alcuni processi digestivi e metabolici dell'animale, con effetti variabili in funzione della specie e della concentrazione nella dieta (Kumar e Singh, 1984; Mueller-Harvey e McAllan, 1992; Rosales e Gill, 1997). Va inoltre considerata l'interazione tra erbivori domestici e fauna selvatica, che non riguarda soltanto la competizione per risorse alimentari, ma anche la competizione per spazi vitali, così come possibilità di trasmissione reciproca di agenti di malattie parassitarie ed infettive (Kramer *et al.*, 2006).

I sistemi silvopastorali forniscono un contributo straordinario per il mantenimento e la salvaguardia della biodiversità animale, rappresentata da razze e popolazioni animali locali (Battaglini *et al.*, 2006), nonché per la salvaguardia di prodotti di origine animale tradizionali, espressione di un forte legame tra genotipo, ambiente di allevamento e tecnica di lavorazione (Tabella 2). Il pascolamento nel bosco contribuisce ad arricchire e a migliorare alcune caratteristiche di composizione dei prodotti di origine animale, latte in modo particolare. Le componenti erbacee, arbustive ed arboree influenzano il profilo aromatico del latte e dei formaggi, agendo positivamente anche sul contenuto di alcune sostanze ritenute di grande interesse per la salute umana (Rubino e Chilliard, 2003). In aggiunta a ciò, i sistemi di allevamento a carattere estensivo sono riconducibili e qualificabili come sistemi di tipo biologico, concorrendo a soddisfare una crescente domanda di "naturalità" dei prodotti di origine animale (Ronchi e Nardone, 2003).

3. PROSPETTIVE DEI SISTEMI SILVOPASTORALI

3.1 Prospettive generali dei sistemi zootecnici a carattere estensivo

L'evoluzione demografica del pianeta, unitamente alla crescita economica di paesi densamente popolati, determineranno per i prossimi decenni una forte richiesta di proteine di origine animale (Steinfeld *et al.*, 2006). Tale domanda potrà essere soddisfatta soprattutto con l'ulteriore espansione di sistemi di allevamento a carattere intensivo, in particolare quello di specie avicole e di suini, così come dell'acquacoltura (Nardone, 2002). I sistemi di allevamen-

to a carattere estensivo, che attualmente concorrono solo in parte a livello mondiale all'offerta di prodotti di origine animale, avranno un peso sempre meno rilevante in futuro. Ciò sarà anche condizionato dall'evolversi delle condizioni climatiche e dall'influenza che il clima potrà esercitare nelle aree dove attualmente i sistemi silvopastorali sono molto sviluppati e concorrono a sostenere i bisogni delle popolazioni rurali (Toutain e Steinfeld, 2001).

I sistemi silvopastorali tenderanno a ridursi ulteriormente nella maggior parte delle aree temperate dell'Europa, come risultato dell'abbandono delle aree montane, dell'intensificazione delle pratiche agro-zootecniche, della scomparsa delle tradizionali forme di transumanza e della specializzazione delle colture forestali (Dupraz and Newman, 1997).

Prospettive negative possono essere delineate anche per le attività silvopastorali in paesi di area Mediterranea, a causa dei bassi ritorni economici, della imprevedibilità dei risultati produttivi, delle difficoltà di interazione con strutture pubbliche deputate al governo del territorio e ai servizi sanitari, e della difficoltà di poter attingere a contributi integrativi, come precisato nel paragrafo seguente.

3.2 I sistemi silvopastorali nella normativa comunitaria e regionale

La politica agricola della Comunità Europea è segnata negli ultimi anni da una serie di provvedimenti normativi rivolti a ridurre gli eccessi produttivi, a migliorare la redditività e l'efficienza produttiva degli imprenditori, a porre freno al fenomeno dell'abbandono delle aree rurali marginali e all'inquinamento delle aree rurali più favorevoli. In altri termini, la politica agricola comunitaria è rivolta a favorire un uso più sostenibile delle risorse naturali.

Ciò appare ben evidente nel Regolamento del Consiglio (EC) N. 1698/2005, riguardante i supporti per lo sviluppo rurale a carico del fondo Europeo EAFRD (European Agricultural Fund for Rural Development) (EC, 2005). Il citato Regolamento riconosce all'uso multifunzionale delle aree boschive un ruolo fondamentale nello sviluppo rurale.

Nel riconfermare il ruolo strategico di alcune misure agro-ambientali e dei sostegni per gli insediamenti in aree montane, il Regolamento introduce in modo evidente il concetto di sistemi agro-forestali, riconoscendo a questi "un alto valore ecologico e sociale derivante dalla combinazione dell'agricoltura estensiva e dei sistemi forestali". L'attività agroforestale, e all'interno di essa il settore silvopastorale, potranno avere la giusta considerazione nell'ambito dei programmi europei per lo sviluppo agricolo. Sono tuttavia prevedibili ostacoli in fase attuativa legati ad una serie di fatti, quali:

- la diffusa presenza di esercizio dell'attività silvopastorale in aree gravate da uso civico;
- le incertezze di natura tecnica;
- la scarsa attrattività delle misure previste.

Le misure a sostegno dei sistemi silvopastorali dovrebbero essere rapportate al grado di impatto ambientale ed economico che essi sono in grado di sostenere, nonché ai vantaggi prodotti per gli operatori e per la comunità, che risultano di difficile valutazione, soprattutto nella fase "ex ante".

A seguito del trasferimento delle funzioni amministrative in materia forestale dallo Stato alle Regioni e Province autonome (L. n. 11 del 15/01/1972), gli Enti locali hanno provveduto a dotarsi di specifici atti normativi che, ispirati alle normative generali, si differenziano per finalità e strumenti (Tabella 3).

4. CONCLUSIONI

Merita una menzione, come spunto per considerazioni conclusive quanto riportato in un trattato di Selvicoltura (Gori Montanelli, 1950) sul tema del coordinamento e della conciliazione fra bosco e pascolo: "Bosco e pascolo sono gli elementi sostanziali della produzione in montagna; il loro coordinamento, la loro convivenza, la loro alleanza, sono basi essenziali di un perfetto e razionale assetto dell'ordinamento produttivo montano". Più recentemente, una delle principali conclusioni del congresso internazionale "Sivopastoralism and sustainable land management" fu che: "...lo sviluppo dei sistemi silvopastorali dovrebbe essere basato sulla conoscenza del complesso di tradizioni e delle modalità attuali di esercizio (considerando anche degli aspetti sociali e culturali), sulla valutazione delle specifiche dinamiche degli ecosistemi forestali, sugli effetti degli interventi umani sugli equilibri ambientali e sulla ricerca di modelli sostenibili di gestione multifunzionale del bosco" (Mosquera-Losada *et al.*, 2005).

Si rende necessario un approccio sistemico per la pianificazione e la gestione delle numerose componenti di natura ambientale, tecnica, sociale, economica e politica che interagiscono fortemente tra loro all'interno dei sistemi silvopastorali, come sottolineato nelle "Linee guida per la gestione silvopastorale nei parchi nazionali (Ciancio, 2008).

Possibili linee di sviluppo futuro, differenziate per principali sistemi silvopastorali presenti in Italia, sono indicate in Tabella 4. L'alto livello di imprevedibilità riguardante gli ecosistemi montani implica necessariamente che la gestione debba essere responsabile, adattabile e flessibile, al fine di tenere conto della dinamica dei vari elementi e delle situazioni che si vengono a creare (Bernues *et al.*, 2005). Un processo di negoziazione e di cooperazione multilaterale può contribuire a delineare indirizzi condivisi e a ridurre i dissidi tra portatori di interessi diversi.

<i>Significato</i>	<i>Effetti positivi</i>	<i>Effetti negativi</i>
Economico-produttivo sociale	Produzioni animali, integrazione reddito	Possibile riduzione ricavi da selvicoltura
	Disponibilità foraggi in periodi critici	Scarsa digeribilità e valore nutrizionale
	Ritorni economici a breve e medio periodo	Scarsa efficienza produttiva, perdite da fattori ambientali
	Mantenimento razze locali	Pratica incontrollata dell'incrocio
	Prodotti alimentari tradizionali e tipici	Difficoltà per normative sanitarie
	Mantenimento insediamenti rurali	Carenza infrastrutture
	Miglioramento benessere animale	Riduzione benessere animale per cattiva gestione
Ambientale	Mantenimento, potenziamento biodiversità	Riduzione biodiversità per sovrautilizzazione
	Mantenimento paesaggio	Desertificazione per sovrautilizzazione
	Fertilizzazione suoli	Inquinamento sorgenti
	Riduzione rischio incendi	Pratica abusiva incendi
	Controllo fauna selvatica	Spopolamento fauna

Tabella 1. Significato economico ed ambientale dei sistemi silvopastorali.

Table 1. Economic and ecological values of silvopastoral systems.

Tableau 1. Importance économique et environnementale des systèmes de sylviculture et d'élevage.

<i>Sistema</i>	<i>Area</i>	<i>Razze Principali</i>	<i>Tempo di permanenza</i>	<i>Prodotti principali</i>
Semiestensivo bovini alpini	Pascoli e boschi montani arco alpino	Valdostana Piemontese Bruna Grigia Alpina Rendena	- Estate in aree alpine (*) - Primavera ed autunno in aree subalpine.	-latte - formaggi tipici - carne
Estensivo bovini maremmani	Macchia maremma toscana e laziale	Maremmana e incroci con bovini da carne	Permanente	carne
Estensivo bovini sardi	Pascoli e boschi Sardegna	Sarda e incroci con Bruna e Modicana	Permanente	-carne -formaggi tipici
Semiestensivo ovini da latte	Pascoli collinari e montani aree meridionali ed insulari	Sarda Massese Sopravissana Gentile	- Permanente - Estate (**)	-formaggi tipici -carne
Semiestensivo bovini da carne	Pascoli e boschi appenninici	Romagnola Chianina Marchigiana	Aprile-novembre (*)	carne (IGP)
Estensivo-semiestensivo Bovini Podolici	Aree collinari e montane Meridionali	Podolica	-Permanente -Primavera Autunno (**)	-formaggi tipici -carne
Semiestensivo caprino	Pascoli e boschi collinari meridionali ed insulari	Sarda Aurunci Garganica Derivata di Siria Maltese	Permanente Primavera-autunno (**)	-formaggi tipici
Estensivo suino	Boschi aree collinari appenniniche, centromeridionali ed insulari	Calabrese Casertana Cinta Senese Mora Romagnola Nero Siciliano Sardo	Permanente	-carne -salumi tipici
Estensivo equino	Pascoli e boschi appenninici	Agricolo Avelignese	Permanente	Carne

(*) Alpeggio/monticazione estiva (***) Transumanza orizzontale

Tabella 2. Principali sistemi silvopastorali presenti in Italia.

Table 2. Main silvopastoral systems in Italy.

Tableau 2. Principaux systèmes de sylviculture et d'élevage présents en Italie.

<i>Regione/Provincia</i>	<i>Riferimento normativo</i>	<i>Azioni previste</i>
Provincia di Trento	L. Prov. n. 11, 23/05/2007	- Multifunzionalità ecosistemi - Parchi naturali agricoli
Friuli Venezia Giulia	L.R. n. 9, 23/04/2007	- Sostegno a forme di gestione del patrimonio agro-silvo-pastorale - Mantenimento pascoli - Recupero terreni abbandonati
Lombardia	L.R.n. 27, 28/10/2004	- Promozione e sostegno di ricerca, formazione ed assistenza tecnica nel settore agrosilvopastorale - Piano regionale degli alpeggi - Pascolo per prevenzione incendi in boschi e terreni incolti.

(segue)

(segue Tabella 3)

Toscana	L.R. n.39, 21/03/2000	-Piani di gestione dei patrimoni silvopastorali pubblici
Lazio	L.R. n. 32, 20/11/2002	- Piani di assestamento e di utilizzazione dei pascoli - Recupero dei pascoli abbandonati
Abruzzo	L.R. n. 28, 12/04/1994	Valorizzazione dei patrimoni silvo-pastorali pubblici
Sardegna	Piano Forestale Ambientale Regionale, 27/12/2007	-Recupero sistemi forestali danneggiati da sovrappascolamento - Mantenimento e miglioramento sistemi agrosilvopastorali
Sicilia	L.R. n. 14, 14/04/2006	Miglioramento e gestione dei pascoli

Tabella 3. Provvedimenti normativi di alcune Regioni italiane per lo sviluppo dei sistemi silvopastorali.

Table 3. Legislation from some Italian Regions for the development of silvopastoral systems.

Tableau 3. Mesures réglementaires pour certaines régions italiennes concernant le développement des systèmes de sylviculture et d'élevages.

Sistema	Linee di sviluppo
Semiestensivo bovini alpini	Integrazione con piani assetto parchi Mantenimento di carichi minimi per conservazione ambiente Integrazione con attività agrituristiche Valorizzazione prodotti tipici Conservazione razze locali Conservazione e valorizzazione strutture edilizie
Estensivo bovini maremmani	Conservazione razza Integrazione con piani assetto parchi Piani gestione aree ad uso civico Valorizzazione carne
Estensivo bovini sardi	Valorizzazione carne e formaggi tipici Conservazione razze locali Conservazione e valorizzazione strutture edilizie
Semiestensivo ovis da latte	Responsabilizzazione allevatori Integrazione con piani assetto parchi Interdizione pascolo vagante Piani di gestione dei pascoli Interventi riforestazione
Semiestensivo bovini da carne	Mantenimento di carichi minimi per conservazione ambiente Potenziamento infrastrutture Integrazione con attività agrituristiche
Estensivo-semiestensivo Bovini Podolici	Integrazione con piani assetto parchi Integrazione con attività agrituristiche Valorizzazione prodotti tipici Conservazione razza locale
Semiestensivo caprino	Responsabilizzazione allevatori Piani gestione aree ad uso civico Integrazione con piani assetto parchi Valorizzazione prodotti tipici Conservazione razze locali Interventi riforestazione
Estensivo suino	Controlli sanitari e misure preventive Conservazione razze locali Valorizzazione prodotti tipici
Estensivo equino	Responsabilizzazione allevatori Piani di gestione pascoli Integrazione con attività agrituristiche

Tabella 4. Linee di sviluppo di sistemi silvopastorali presenti in Italia.

Table 4. Perspectives for the development of Italian silvopastoral systems.

Tableau 4. Lignes de développement des systèmes silvopastorales en Italie.

SUMMARY

RELEVANCE AND PERSPECTIVES OF SILVOPASTORAL SYSTEMS

Silvopastoral systems are playing an important role in large areas of the world, both for economic benefits and rural poverty alleviation, and for environmental benefits. Mediterranean silvopastoral farming practices are often implicated in negative environmental impacts, but can contribute to biodiversity maintenance and to animal production differentiation and characterisation.

Perspectives for future development are conditioned by different components of environmental contest and by legislative and technical activities. New management models are required, oriented towards sustainability and multifunctionality, integrating and involving different ecological and economic components.

RÉSUMÉ

RELEVANCE ET AVENIR DE LES SYSTEMES SYLVOPASTORAL

Les systèmes de sylviculture et d'élevages jouent un rôle important dans de nombreuses zones géographiques, aussi bien dans la production, que dans le maintien des populations rurales, et les conséquences sur l'environnement. Les activités de sylviculture et d'élevage, répandues dans les pays méditerranéens sont souvent en partie responsables de la destruction de l'environnement, mais contribuent de façon importante au maintien de la biodiversité, à la diversification et à la caractérisation des productions animales.

Les perspectives de développement apparaissent différenciées par rapport aux composantes du contexte territorial et liées aux mesures techniques et à la réglementation. Une révision des modèles actuels de gestion est donc nécessaire, modèles qui devront être toujours plus orientés vers des critères de faisabilité et des critères multifonctionnels, avec l'intégration et responsabilisation des différentes composantes environnementales et productives.

BIBLIOGRAFIA

- Argenti G., Bianchetto E., Ferretti F., Staglianò N., 2006 - *Proposta di un metodo semplificato di rilevamento pastorale nei piani di gestione forestale*. Forest@, 3: 275-280.
- Battaglini L., Mimosi A., Gentile M., Lussiana C., Malfatto V., Bianchi M., 2006 - *Razze bovine allevate nel territorio montano piemontese: realtà e prospettive*. Quad. SOZOOALP, n° 3: 84-93.
- Bellon S., Roggero P.P., 1997 - *Elements for sustainable feeling systems in the Mediterranean region*. In: Sorensen J.T. (Ed.), "Livestock Farming Systems: more than food production", EAAP Publication 89: 80-86.
- Bernues A., Riedel J.L., Asensio M.A., Blanco M., Sanz A., Revilla R., Casaus I., 2005 - *An integrated approach to studying the role of grazing livestock systems in the conservation of rangelands in a protected natural park (Sierra de Guara, Spain)*. Livestock Production Science, 96: 75-85.

- Casasus I., Bernues A., Sanz A., Riedel J., Revilla R., 2003 - *Utilisation of Mediterranean forest pastures by suckler cows: animal performance and impact on vegetation dynamics*. Animal Production and Natural resources Utilisation in the Mediterranean Mountain Areas. XII Symp. HSAP-FAO, 5-7 June 2003, Joannina Greece: 65.
- Ciancio O., 2008 - *Linee guida per la gestione silvopastorale nei parchi nazionali*. Sito web www.minambiente.it/q18: 181-189.
- Di Castri F., 1981 - *Mediterranean type shrublands of the world*. In "Ecosystems of the world", Di Castri *et al.* (Ed.) Elsevier, Vol. 2: 1-52.
- Dupraz C., Newman S., 1997 - *Temperate agroforestry: the European way*. In: A.M. Gordon and S.M. Newman (editors), *Temperate Agroforestry Systems*, CAB International, Wallingford, UK, 181-236.
- EC, 2005 - *Council Regulation n. 1698/2005 of 20 September 2005 on "support for rural development by the European Fund for Rural Development"*. Official Journal of the European Union: 1-40.
- Flamant J.C., Beragner C., Gibon A., 1999 - *Animal production and land use sustainability*. An approach from the farm diversity at territory level. *Livestock Production Science*, 61: 275-286.
- Giourga H., Margaris N.S., Vokou D., 1998 - *Effects of grazing pressure on succession process and productivity of old fields on Mediterranean islands*. *J. Environ. Manag.*, 22: 589-596.
- Gori Montanelli L., 1950 - *Selvicoltura ed alpicoltura*. F.lli Lega Ed.: 26.
- Hardin G., 1968 - *The tragedy of the commons*. *Science*, 62: 1243-1248.
- Kramer K., Groot Bruinderink G.W.T.A., Prins H.H.T., 2006 - *Spatial interactions between ungulate herbivory and forest management*. *Forest Ecology and Management*, 226: 238-247.
- Kumar R., Singh M., 1984 - *Tannins: their adverse role in ruminant nutrition*. *J. Agri. Food Chem.*, 32: 447-453.
- Margaris N.S., 1992 - *Primary sector and environment in the Aegean*. *Environment management*, 16: 569-574.
- Mayer A.C., Estermann B.L., Stockli V., Kreuzer M., 2005 - *Experimental determination of the effects of cattle stocking density and grazing period on forest regeneration on a subalpine wood pasture*. *Animal research*, 54: 153-171.
- McAdam J.H., 2004 - *Silvopastoral systems in North-West Europe*. International Congress on Silvopastoralism and sustainable land management, Lugo (S): 19-23.
- Mosquera-Losada M.R., Mc. Adam J., Rigueiro-Rodriguez A., 2005 - *Silvopastoralism Declaration*. In "Silvopastoralism and Sustainable Land Management", CAB International, Wallingford.
- Mueller-Harvey I. and McAllan A.B., 1992 - *Tannins: their biochemistry and nutritional properties*. In "Advances in plant cell biochemistry and biotechnology", Vol. I: 151-217. M.Morrison (Ed.), JAI Press Ltd. London.
- Murgueitio E., 2006 - *Silvopastoral systems in the neotropics*. In "Silvopastoralism and Sustainable Land Management" (Mosquera-Losada M.R. *et al.* Ed.): 24-28.
- Nardone A., 2002 - *Evolution of livestock production and quality of animal products*. Proc. 39th Annual Meeting of the Brazilian Society of Animal Science, Brazil: 486-513.
- Papachistou T.G., Platis P.D., Nastis A.S., 2005 - *Foraging behaviour of cattle and goats in oak forest stands of varying coppicing age in Northern Greece*. *Small Ruminant Research*, 59: 181-189.
- Perez F., 2002 - *Paisajes Forestales y Fuego en el Prepirineo Occidental Oscense: un Modelo Regional de Reconstrucción Ambiental*. Publicaciones del Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón, Serie: Investigación. Zaragoza (Spain), vol. 33: 358.
- Piussi P., Farrell E.P., 2000 - *Interactions between society and forest ecosystems: challenge for the near future*. *Forest Ecology and Management*, 132: 21-28.
- Pulina G., Cappio-Borlino A., D'Angelo M., Francescano A.H.D., 1998 - *Grazing in Mediterranean Ecosystems: a complex approach as addressed in the EU Medalus project*. In "Ecological basis for livestock grazing in Mediterranean ecosystems. European Commission, EUR 1830N, Luxemburg".
- Rambo J.L., Faeth S.H., 1999 - *Effect of vertebrate grazing on plant and insect community structure*. *Conserv. Biol.*, 13: 1047-1054.
- Ronchi B., Nardone A., 2003 - *Contribution of organic farming to increase sustainability of Mediterranean small ruminant livestock systems*. *Livestock Production Science*, 80: 17-31.
- Rosales M., Gill M., 1997 - *Tree mixtures within integrated farming systems*. *Livestock Research for Rural Development*, 9: 1-9.
- Rubino R., Chilliard Y., 2003 - *Relationship between feeding system and goat milk and cheese quality*. Proc. 54th annual meeting EAAP, Rome: 341 (Abstr.).
- Smart O. E., Hatton J.C., Spence D.H.N., 1985 - *The effect of long term exclusion of large herbivores on vegetation in Murchesson Falls National Park, Uganda*. *Biol. Conserv.*, 33: 229-245.
- Smit A., Kooijman A.M., 2001 - *Impact of grazing on the input of organic matter and nutrients to the soil in a grass-encroached Scots pine forest*. *Forest Ecology and Management*, 142: 99-107.
- Steinfeld H., Wassenaar T., Jutzi S., 2006 - *Livestock production systems in developing countries: status, drivers, trends*. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, 25: 505-516.
- Toutain B., Steinfeld H., 2001 - *Controlling the impact of livestock production systems on the environment: a challenge for the future*. *Bois et Forêts des Tropiques*, 267: 59-68.
- Tsoumis G., 1985 - *The depletion of forest in the Mediterranean region - An historical review from the ancient times to present*. *Scientific Annals of the Department of Forestry and Natural Environment*, Vol. KH (11): 281-300.

BOSCHI DI NEOFORMAZIONE E NUOVI SCENARI DI PROPAGAZIONE D'INCENDIO

(*) Dipartimento Arboricoltura, Botanica e Patologia vegetale, Università Federico II, Napoli

(***) Dipartimento Biologia Vegetale, Università La Sapienza, Roma

Notevoli processi di abbandono del territorio sono avvenuti nel corso degli ultimi 50 anni con flussi migratori della popolazione dalle zone interne più marginali e montane verso le aree costiere ed urbane. Questo processo di locale variazione demografica è corrisposto a profondi cambiamenti delle pratiche di gestione tradizionale della vegetazione.

In questo contesto, i pascoli e le foreste hanno intrapreso nuove dinamiche successionali caratterizzate da colonizzazioni estensive da parte di specie arbustive, un conseguente aumento di copertura del suolo e un accumulo di combustibile.

Studi recenti hanno riportato che la ricorrenza degli incendi, oltre alle ovvie relazioni con le condizioni climatiche e con le cause antropiche, è anche significativamente influenzata dal tipo di uso e copertura del suolo. In generale, le classi relative alle aree urbane e rurali, strettamente associate alla presenza antropica, sono risultate caratterizzate da numerosi incendi, generalmente di piccole dimensioni per via dell'elevata frammentazione del paesaggio che ne impedisce la propagazione e della rapidità negli interventi di estinzione; d'altro canto le classi naturali e seminaturali sono interessate da un ridotto numero di incendi di maggiori dimensioni per via del carico di combustibile relativamente abbondante ed omogeneo che ne favorisce la propagazione.

I nuovi scenari ambientali, creati dalla grande diffusione dei cosiddetti boschi di neoformazione, sono discussi in termini di pratiche gestionali ed associati problemi di prevenzione dagli incendi.

Parole chiave: dinamiche di vegetazione, uso del suolo, fuoco prescritto.

Key words: vegetation dynamics, land use, prescribed fire.

Mots clés: dynamiques de végétation, utilisation des terres.

INTRODUZIONE

Gli incendi costituiscono un crescente problema a livello globale, ma questo è particolarmente vero nelle regioni a clima Mediterraneo dove annualmente avvengono eventi catastrofici con danni di miliardi di euro e spesso anche con perdite di vite e grande impatto sugli ecosistemi.

I principali impatti degli incendi sugli ecosistemi sono sia immediati sia a scale temporali di lungo periodo, con effetti sulla distribuzione delle specie, sulla struttura e composizione della vegetazione, sui processi di decomposizione e sull'idrologia del suolo e, quindi, sul ciclo del carbonio. Tutti questi fenomeni presentano variazioni spaziali e temporali con effetti rilevabili a scala di anni, ma anche di secoli.

Negli ultimi decenni, il numero, la severità e frequenza di incendi è significativamente aumentato in Europa, così come l'estensione delle aree bruciate. La Figura 1 riassume queste tendenze mostrando la ricorrenza degli incendi nell'Europa Mediterranea e, per il Portogallo come caso esemplificativo, la crescita drammatica delle aree bruciate per anno associate ad eventi di grande estensione.

Il tipico andamento stagionale degli incendi in area Mediterranea riflette le condizioni climatiche con aridità estiva e precipitazioni concentrate nel periodo autunno-invernale. A titolo di esempio, in Figura 2, si riporta la distribuzione mensile degli incendi e relative superfici percorse per la Sardegna.

In questo lavoro si presentano i risultati di due casi studio relativi alle regioni Campania e Sardegna come rappresentativi delle dinamiche in atto a scala territoriale sul territorio italiano e più in generale nell'area settentrionale del bacino del Mediterraneo.

METODI

Si presenta un'analisi quantitativa delle variazioni di uso e copertura del suolo nella Regione Campania confrontando con tecniche GIS delle cartografie degli anni 60 con altre del 1998 e 2000. L'elaborazione cartografica è stata effettuata da Risorsa s.r.l. su dati CNR-Touring Club Italia (1956-60) e CASI3 - INEA per il 1998 nell'ambito di studi preliminari di supporto alla redazione del piano territoriale regionale.

Un secondo studio ha riguardato il regime degli incendi verificatisi in Sardegna nel periodo 2000-2006, al fine di analizzarne il pattern spazio-temporale a scala regionale. Al fine di valutare il comportamento selettivo del fuoco nei confronti delle diverse classi di uso del suolo, è stata utilizzata una banca dati di 18454 incendi nel periodo considerato per i quali erano registrate la data d'avvistamento, le coordinate geografiche del punto di innesco e le dimensioni della superficie bruciata, per un totale di 109047 ha.

Per analizzare la distribuzione degli incendi in relazione alle diverse tipologie di copertura del suolo è stata utilizzata la carta Corine Land Cover (CLC) 2000 riaggregata in sette tipologie di copertura del suolo, considerate adatte per analizzare la selettività del passaggio del fuoco a scala regionale.

La significatività della relazione tra gli incendi e le diverse classi di copertura del suolo è stata valutata per mezzo di due test di randomizzazione relativi al numero degli incendi ed all'estensione della superficie bruciata entro ciascuna tipologia di uso del suolo. Tali variabili dipendono infatti da processi differenti: il numero dei focolai è solitamente determinata dalla presenza antropica mentre la ca-

pacità di propagazione del fuoco è connessa principalmente alla distribuzione spaziale del combustibile (Cumming, 2001). Ciò implica che per l'analisi della selettività del fuoco nei confronti delle diverse tipologie di uso del suolo questi due aspetti vadano considerati separatamente.

Per mezzo dei test di randomizzazione sono state individuate le tipologie di uso del suolo più o meno inclini all'innesco e alla propagazione del fuoco con un livello di significatività $p < 0.05$.

RISULTATI

L'analisi di confronto cartografico delle coperture del suolo in Campania (Figura 3) ha evidenziato diverse dinamiche territoriali in differenti ambiti regionali. Le aree costiere e di pianura sono state interessate da forti fenomeni di urbanizzazione oltre che in ambito metropolitano anche in situazioni di sviluppo turistico. I paesaggi montani, ma anche quelli collinari più interni e marginali, al contrario dei sistemi di pianura, hanno subito un forte abbandono da parte delle popolazioni locali legate ad economie tradizionali con una conseguente forte ricolonizzazione arbustiva dei pascoli ed espansione delle superfici boscate. In termini quantitativi, questi processi vengono riassunti in Figura 4.

I risultati ottenuti dall'analisi della selettività del fuoco in Sardegna nel periodo 2000-2006 hanno messo in luce il comportamento preferenziale del fuoco in termini di innesco e propagazione degli incendi; come si osserva in Tabella 1, il fuoco può selezionare negativamente una certa classe di uso del suolo in termini di numero degli incendi, ed allo stesso tempo selezionarla positivamente in relazione alla superficie media bruciata, o viceversa.

Nelle classi relative ad Aree a vegetazione sclerofilla e Pascoli naturali e Praterie d'alta quota, in cui la pressione antropica non è molto intensa, il numero degli incendi è significativamente inferiore a quanto atteso da un modello casuale. D'altra canto, tali categorie naturali e seminaturali sono generalmente caratterizzate da superfici poco frammentate e piuttosto estese, con un carico di combustibile relativamente abbondante e spazialmente continuo che favorisce il passaggio del fuoco dando origine ad incendi di grandi dimensioni. Al contrario, per quanto riguarda le aree boscate, il fuoco manifesta una selettività negativa sia per quanto riguarda l'innesco che la propagazione degli incendi.

A differenza delle categorie precedenti, nelle classi urbane ed agricole il fuoco mostra una significativa preferenza per quanto riguarda il numero di incendi che sono molto più numerosi rispetto a quanto ci si aspetterebbe da una distribuzione puramente casuale. Ciò per via della forte presenza antropica associata a queste classi che rappresenta la maggiore fonte di innesco degli incendi (Moreira *et al.*, 2001). Tuttavia, malgrado l'elevata probabilità di innesco, le aree urbane, le colture permanenti e le aree agricole eterogenee, mostrano una marcata resistenza alla propagazione del fuoco; ciò a causa dell'effetto combinato della distribuzione frammentata del combustibile e degli intensi sforzi di estinzione del fuoco attuati nelle zone intensamente antropizzate (Nunes *et al.*, 2005).

La classe dei seminativi infine rappresenta la risorsa 'preferita' dal fuoco in quanto mostra una propensione significativa sia per l'innesco degli incendi, per lo più dovuta alla pratica diffusa della bruciatura delle stoppie, che per la

propagazione del fuoco, grazie alla distribuzione omogenea ed abbondante del combustibile.

Analoghi risultati sono riscontrabili per altre aree del bacino del Mediterraneo, ad esempio anche in Campania, nel territorio del Parco Nazionale del Cilento e Vallo di Diano, le tipologie di vegetazione arbustiva sono significativamente associate ad una più alta ricorrenza di incendi (Figura 5).

DISCUSSIONE

Le tendenze di incremento del regime degli incendi osservate nella regione Mediterranea possono essere in massima parte associate alle principali dinamiche socio-economiche in corso negli ultimi 50 anni che hanno profondamente modificato i sistemi tradizionali di uso del suolo arrivando a cambiare il "paesaggio culturale" sensu Thirgood (1981) and Rackham (1995). Un'analisi estensiva delle dinamiche di cambiamento in corso nella vegetazione e nel paesaggio Mediterraneo è stata riportata da Mazzoleni *et al.* (2004). Questo insieme di studi ha mostrato un chiaro gradiente latitudinale di dinamiche di cambio di uso del suolo con corrispondenti aumenti e diminuzioni della copertura vegetale rispettivamente nell'area settentrionale e meridionale del bacino Mediterraneo.

In pratica, il tradizionale uso del suolo durevole da innumerevoli secoli, se non millenni, sta velocemente cambiando. I territori coltivati stanno subendo un progressivo abbandono a causa delle migrazioni delle popolazioni montane verso le zone urbane, così come le pratiche selvicolturali associate alle economie tradizionali (raccolta di legna da ardere e foraggio, produzione di castagne) hanno mostrato una drastica riduzione. Inoltre, la gestione pastorale è divenuta per la maggior parte sedentaria con l'eliminazione quasi completa della transumanza e del pascolo estensivo.

Tutti questi cambiamenti, soprattutto nella parte settentrionale del bacino del Mediterraneo, hanno comportato l'avvio di processi dinamici della vegetazione con un progressivo aumento della copertura arbustiva ed arborea ed una conseguente riduzione della frammentazione del paesaggio. In pratica, si è passati da un paesaggio caratterizzato da un complesso mosaico di coperture ed usi del suolo ad un sistema più omogeneo per vaste estensioni.

Queste nuove strutture di vegetazione, associate con il contemporaneo aumento delle interfacce urbano-foresta, hanno prodotto un aumento del rischio d'incendio con maggiori frequenze ricorrenza dei processi di ignizione e più grandi dimensioni delle aree bruciate. Al contrario, laddove le condizioni socio-economiche sono rimaste tali da mantenere costanti le antiche tradizionali forme di governo del territorio, si è spesso giunti ad un eccessivo sfruttamento delle risorse naturali che, eventualmente in interazione con condizioni climatiche più aride, ha spesso comportato perdita della fertilità del suolo, processi di erosione e riduzione della copertura vegetale, fino in casi estremi a veri e propri processi desertificazione.

Lo schema riportato in Figura 6 esemplifica questi processi ed i loro effetti sul regime d'incendi.

È chiaro che gli incendi si verificano e si propagano nel territorio secondo un pattern non casuale, ma in funzione della presenza e della configurazione degli habitat ad essi favorevoli (Turner *et al.*, 1989); alcune tipologie di pae-

saggio vengono interessate dal fuoco in maniera preferenziale, mentre altre vengono selezionate negativamente (Forman, 1997). Nello studio riportato in questa nota una selezione preferenziale si è riscontrata per le formazioni arbustive che in gran parte corrispondono anche a boschi di neoformazione. L'uso di tali categorie è quindi definito 'selettivo' poiché differente (in senso positivo o negativo) rispetto a quanto ci si aspetterebbe da un pattern di distribuzione casuale (Mazzoleni *et al.*, 2001; Moreira *et al.*, 2001; Nunes *et al.*, 2005).

L'analisi della selettività degli incendi nei confronti delle diverse categorie del paesaggio si fonda sugli stessi metodi usati in zoologia per studiare la selettività degli habitat da parte degli animali (Alldredge *et al.*, 1998). Secondo Moreira *et al.* (2001) il fuoco è paragonabile ad un 'erbivoro' che seleziona in maniera preferenziale le differenti tipologie vegetazionali: il 'consumo' della risorsa (i.e. le classi di uso del suolo) da parte del fuoco può essere quindi definito 'selettivo' quando non è proporzionale rispetto alla disponibilità della risorsa stessa (Mazzoleni *et al.*, 2001; Nunes *et al.*, 2005; Bajocco e Ricotta, 2008).

In altre parole la fenomenologia degli incendi deve essere interpretata in funzione della maggiore diffusione dei popolamenti vegetali "preferenziali" per gli incendi ed in relazione alla forte omogeneizzazione del paesaggio più favorevole ad una propagazione del fuoco su maggiori estensioni, ma anche alla maggiore frequenza dei fenomeni di innesco (interfaccia urbano-foresta, incremento demografico, concentrazione turistica costiera).

Classi di uso del suolo	Numero di incendi	Media superficie bruciata
Aree urbane	1409	1.55
Seminativi	6008	6.67
Colture permanenti	1011	1.62
Zone agricole eterogenee	5338	4.75
Aree boscate	1130	5.83*
Pascoli naturali e praterie d'alta quota	950	12.92
Aree a vegetazione sclerofilla	2608	8.00

Tabella 1. Numero e dimensione media degli incendi avvenuti in Sardegna nel periodo 2000-2006 per ciascuna classe di uso del suolo. I valori in neretto indicano le classi selezionate positivamente dal passaggio del fuoco, mentre i valori in caratteri normali indicano le classi selezionate negativamente dagli incendi; * non significativo per valori di $p < 0.05$.

Table 1. Number and average size of fires occurred in Sardinia, during the period 2000-2006, for each class of land use. The values in bold font values indicate the classes positively selected by the passage of the fire, while the normal font values indicate the classes negatively selected by the fires. *not significant for values of $p < 0.05$.

Tableau 1. Nombre et la taille moyenne des incendies survenus en Sardaigne pendant la période 2000-2006 pour chaque classe d'utilisation des sols. Les valeurs en caractères gras indiquent les classes sélectionnées positivement par le passage du feu, alors que les valeurs en caractères normaux indiquent les classes sélectionnées négativement par les incendies. * no significant par $p < 0.05$.

Come mitigare questo aumento di rischio? E' chiaro che l'attenzione data alla lotta antincendio non è sufficiente a fronteggiare questo crescente problema come dimostrato dalla più grande ricorrenza di eventi catastrofici contro i quali le tecniche di soppressione mostrano tutti i loro limiti. È senza dubbio necessario intervenire in fase di prevenzione e questo significa, oltre alla riduzione delle cause di innesco, gestire le dinamiche di vegetazione in atto a seguito del diffuso abbandono del territorio. Per ridurre il rischio di propagazione occorre soprattutto mantenere e spesso ripristinare una sufficiente frammentazione della copertura vegetale, cioè evitare l'accumulo di combustibile omogeneo su ampie superfici. Questo in passato era assicurato dalla tradizionale gestione silvo-pastorale, ma oggi lo stesso risultato può e deve essere ottenuto, in modo nuovo, con un corretto uso del fuoco prescritto da parte di personale specializzato e secondo corretti criteri scientifici.

Il fuoco prescritto è stato recentemente reintrodotta con successo in Portogallo e Francia seguendo gli esempi californiani e australiani. In Italia questo implica un aggiornamento della formazione del personale forestale e degli enti delegati alla lotta antincendio per lavorare maggiormente in fase di prevenzione nel periodo invernale al fine di ridurre i rischi di incendi catastrofici estivi. Questa sfida di nuovi scenari di gestione ambientale è comunque necessaria a fronte delle continue dinamiche della vegetazione che influenzano il territorio a seguito degli irreversibili cambiamenti socio-economici in corso.

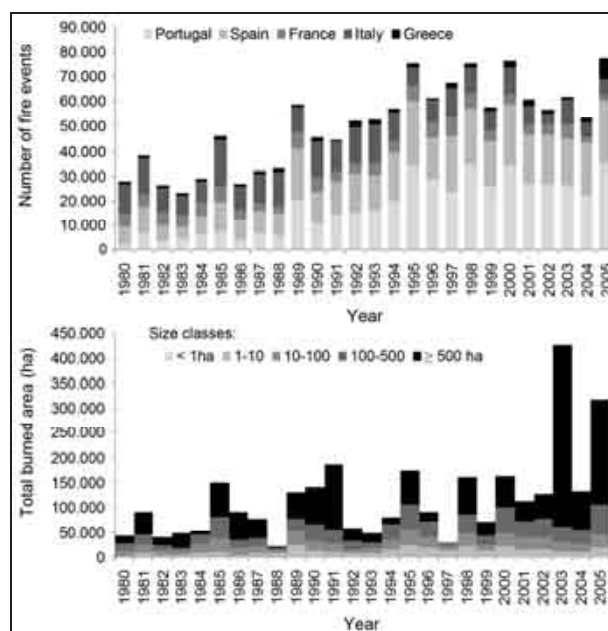


Figura 1. La frequenza degli incendi in alcuni paesi dell'Europa meridionale Mediterranea (sopra) e la loro classe dimensionale in Portogallo (in basso).

Figure 1. Fires frequency in some countries of Southern Europe (above) and their classes size in Portugal (below).

Figure 1. La fréquence des incendies dans les pays de l'Europe méditerranéenne (Haut) et sa classe dimensionnelle au Portugal (sous).

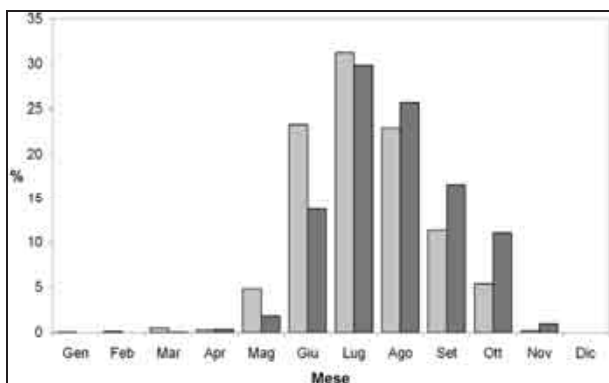


Figura 2. Sardegna, periodo 2000-2006: percentuale della media mensile del numero di incendi e della superficie percorsa dal fuoco.
 Figure 2. Sardinia, years 2000-2006: number of fires and surface burnt monthly average percentage.
 Figure 2. Sardaigne, période 2000-2006: pourcentage de la moyenne mensuelle du nombre des incendies et de la surface parcourue par le feu.

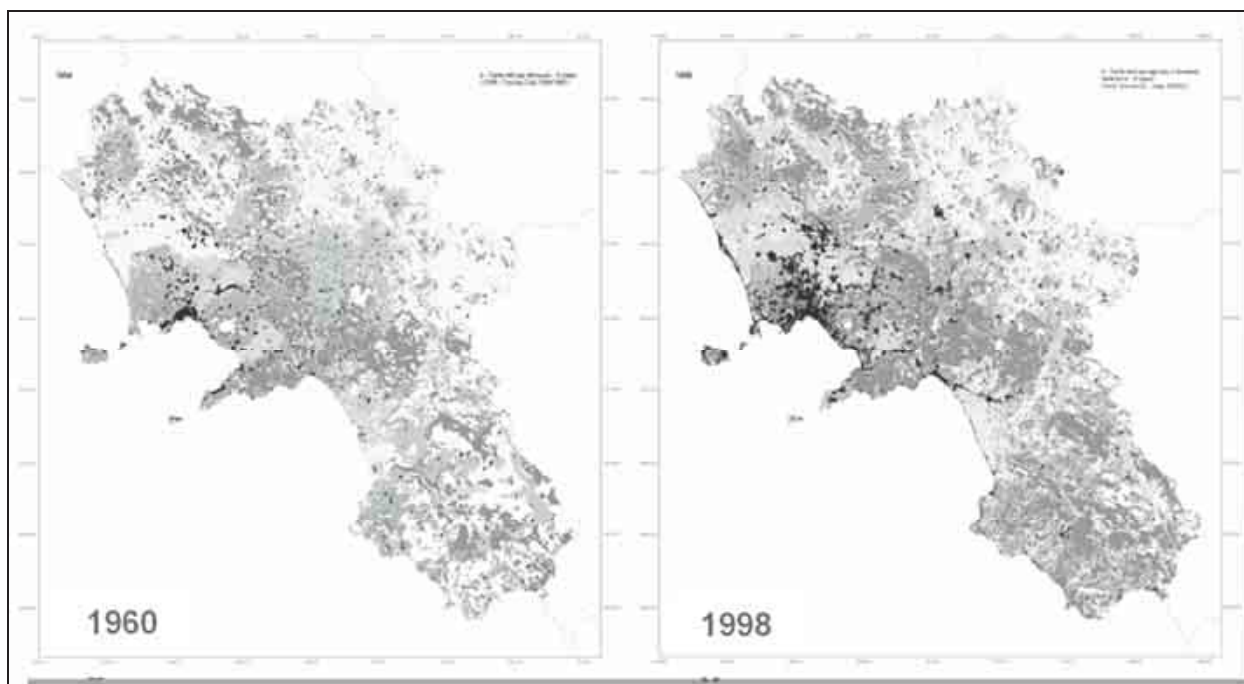


Figura 3. Variazioni di coperture del suolo della Regione Campania. In nero le aree urbane, in grigio scuro le aree forestali e arbustive, in grigio medio e chiaro le zone agricole ed in bianco le praterie.
 Figure 3. Land use change of Campania region. Colour captions: Black urban areas, dark grey forestry areas and shrubs; medium and light grey agricultural areas; white grasslands.
 Figure 3. Variations de utilisation des terres de la Région Campania. En noir les zones urbaines, en gris foncé des zones forestières et arbustives, en gris moyen et clair des zones agricoles et en blanc les prairies.

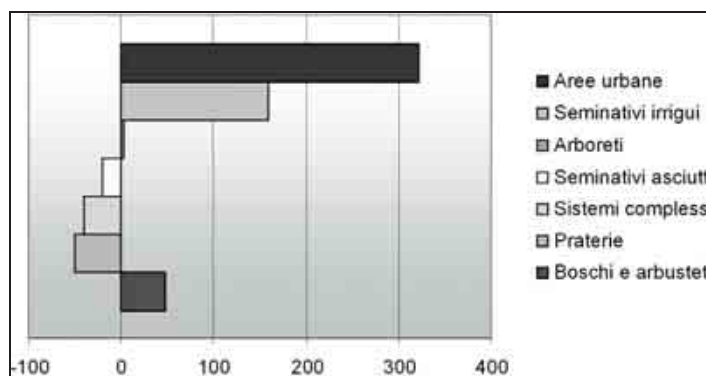


Figura 4. Tendenze di variazione di copertura del suolo osservate in Campania nel periodo 1960-2000.
 Figure 4. Land cover change trends observed in Campania region along the period 1960-2000.
 Figure 4. Tendances de variation de couverture du sol observées en Campanie pendant la période 1960-2000.

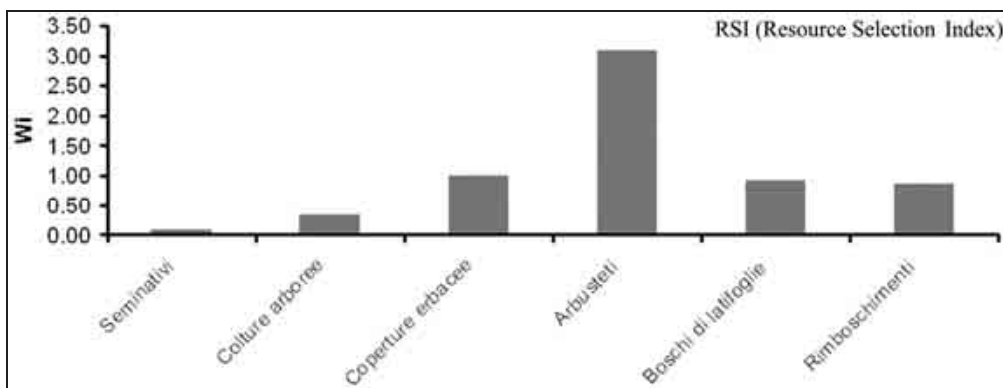


Figura 5. Esempio di RSI (Resource Selection Index) nel Parco Nazionale del Cilento e Vallo di Diano. La classe "preferita" dagli incendi è rappresentata dagli arbusteti; a seguire praterie e boschi.

Figure 5. Example of RSI (Resource Selection Index) in the National Park of Cilento e Vallo di Diano. In this case the class "selected" by the fires is represented by shrubs; the following grasslands and woods.

Figure 5. Exemple de RSI (Resource Selection Index) dans le Parc national du Cilento e Vallo di Diano. La classe "favorite" par les incendies est représentée par les arbustes; à continuer prairies et des forêts.



Figura 6. Variazioni di uso del suolo e ricadute sulla problematica degli incendi.

Figure 6. Land use changes and impacts on fire issues.

Figure 6. Variations d'utilisation des sols et impact sur la problématique de l'incendie.

SUMMARY

NEW WOODS AND NEW SCENARIOS OF FIRE PROPAGATION

Major land abandonment has been occurring in the last 50 years from inland and mountain to coastal and urban areas. This process corresponded to deep changes of traditional vegetation management practices.

In this context, pastures and forests have been undertaking new successional dynamics with extensive colonization by shrubs, increasing the plant cover and the fuel accumulation.

Recent studies showed that fire occurrence, beside the obvious climatic relations and antropic causal factors, is significantly affected by the type of vegetation cover.

In this view, shrublands are usually significantly selected by fire, that is the occurrence of fires in this vegetation type is more frequent than expected if fires were

distributed proportionally to the available extension of the different vegetation types.

The new rising environmental scenarios are discussed in terms of management practices and related fire prevention problems.

RÉSUMÉ

FORETS DE NEO-FORMATION ET NOUVEAUX SCENARIOS DE PROPAGATION DU FEU

Grands processus d'abandon des systèmes traditionnels d'utilisation des terres sont survenus pendant les 50 dernières années déterminons des flux migratoires de la population des zones intérieures plus marginales et de montagne, vers des zones côtières et urbaines. Ce condition de local variation démographique a coïncidé avec profonds changements dans les pratiques de gestion traditionnelle de la végétation. Dans ce contexte, les pâturages et les forêts ont

entrepris de nouvelles dynamiques successionale caractérisées par colonisation extensives des espèces arbustives, avec une conséquente augmentation de couverture du sol et une accumulation de combustibles.

Études récentes ont montré que le revenir des incendies, outre les évidentes relations avec les conditions climatiques et avec les causes humaines, est également influencée par le taux d'utilisation et couverture du sol.

En général, les classes relatives aux zones urbaines et rurales, étroitement associées à la présence anthropique, étaient caractérisées par de nombreux incendies, généralement de petites dimensions par voie des élevée fragmentation du paysage qui empêche la propagation et la rapidité dans les interventions d'extinction.

D'autre part les classes naturels et semi naturels sont touchées par un petit nombre d'incendies de grandes dimensions, par voie de la charge de combustible relativement abondante et homogène qui favorise la propagation.

Les nouveaux scénarios environnementaux, créés par la grande diffusion des soi-disant forêts de "néo-formation" seront débattues en termes de pratiques de gestion et problèmes de prévention contre les incendies.

BIBLIOGRAFIA

- Allredge J.R., Thomas D.L., McDonald L.L. (1998). *Survey and comparison of methods for study of resource selection*. Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics, 3, 237-253.
- Bajocco S., Ricotta C. (2008). *Evidence of selective burning in Sardinia (Italy): Which land cover classes do wildfires prefer?* Landscape Ecology, 23, 241-248.
- Cumming S.G. (2001). *Forest type and wildfire in the Alberta boreal mixed wood: what do fires burn?* Ecological Applications, 11, 97-110.
- Forman R.T.T. (1997). *Land mosaics: the ecology of landscapes and regions*. Cambridge University Press. Cambridge, UK.
- Manly B.F., McDonald L.L., Thomas D.L. (1993). *Resource Selection by Animals: Statistical Design and Analysis for Field Studies*. Chapman e Hall, London, UK.
- Mazzoleni S., Bellelli M., Esposito A., Ricotta C., Di Pasquale G., Blasi C. (2001). *Incendi e paesaggio vegetale: il caso del Cilento*. L'Italia Forestale e Montana, 6: pp. 417-429.
- Mazzoleni S., Di Pasquale G., Mulligan M., Di Martino P., Rego F. (2004). *Recent dynamics of the Mediterranean vegetation and landscape*. Wiley, Chichester.
- Moreira F., Rego F.C., Ferriera P.G. (2001). *Temporal (1958-1995) pattern of change in a cultural landscape of northwestern Portugal: implications for fire occurrence*. Landscape Ecology, 16, 557-567.
- Nunes M.C.S., Vasconcelos M.J., Pereira J.M.C., Dasgupta N., Allredge R.J., Rego F.C. (2005). *Land cover type and fire in Portugal: do fires burn land cover selectively?* Landscape Ecology, 20, 661-673.
- Racham O. (1995). *The history of the countryside*. Weidenfeld and Nicolson, London.
- Thirgood J.V. (1981). *Man and the Mediterranean forest. A history of resource depletion*. Academic Press, London.
- Turner M. G., Gardner R. H., Dale V. H., O'neill R. V. (1989). *Predicting the spread of disturbance across heterogeneous landscape*. Oikos, 55: pp. 121-129.

IL FUOCO PRESCRITTO IN ITALIA E L'ESPERIENZA IN PIEMONTE

(*) Dipartimento di Agronomia, Selvicoltura e Gestione del Territorio, Università degli Studi di Torino

Il fuoco prescritto riscontra crescente interesse. In alcuni paesi europei è stato sperimentato e viene attualmente applicato con diversi obiettivi gestionali. In Italia è un argomento controverso raramente studiato con metodo scientifico.

In questo contesto il Dipartimento Agroselviter dell'Università di Torino ha avviato nel 2004 la sperimentazione di trattamenti di fuoco prescritto per la gestione conservativa della brughiera a *Calluna vulgaris* Hull. all'interno della Riserva Naturale Orientata della Vauda (TO).

Nel presente lavoro si riportano alcuni risultati ottenuti in quattro anni di ricerca sul fuoco prescritto quali lo studio di casi gestionali simili, la caratterizzazione dei combustibili, la quantificazione del comportamento del fuoco ed il monitoraggio degli effetti sulla vegetazione; vengono riportate considerazioni sul "regime di fuoco prescritto" atto a soddisfare gli obiettivi gestionali preposti. Infine vengono presentate le prescrizioni preliminari per la gestione conservativa delle brughiere in Piemonte.

Si ritiene che le conoscenze maturate durante questa esperienza possano contribuire allo sviluppo di ulteriori sperimentazioni di fuoco prescritto sul territorio italiano con diversi obiettivi gestionali: razionalizzazione dei fuochi pastorali, riduzione del carico di combustibile in aree strategiche, manutenzione dei viali tagliafuoco, conservazione di habitat in cui il fuoco è un fattore ecologico determinante.

Parole chiave: fuoco prescritto, fronti sperimentali, *Calluna vulgaris*, Piemonte.

Key words: prescribed burning, fire experiments, *Calluna vulgaris*, Piemonte.

Mots clés: brûlage dirigé, feu expérimental, *Calluna vulgaris*, Piemonte.

1. INTRODUZIONE

Il fuoco prescritto è una tecnica di applicazione consapevole del fuoco, su superfici limitate, all'interno di definite finestre ambientali, al fine di ottenere il comportamento del fronte di fiamma desiderato utile a conseguire specifici obiettivi gestionali (Fisher 1978, FAO 2006).

Gli obiettivi più diffusi sono la riduzione del combustibile nell'ambito della prevenzione agli incendi boschivi (Pyne *et al.* 1996) e la conservazione di habitat in cui il passaggio periodico del fuoco costituisce un importante fattore ecologico (Bond e van Wilgen 1996).

Ampiamente sperimentato e utilizzato in paesi extraeuropei (Wright e Bailey 1982), è stato introdotto in Europa dagli anni '70 del secolo scorso con diversi scopi: la gestione delle brughiere a fini venatori nel Regno Unito (Hobbs e Gimingham 1987); la gestione dei combustibili in Portogallo, Francia e Spagna (Botelho e Fernandes 1997, Rigolot e Gaulier 2000); la conservazione di ambienti in Europa centrale e sud-est (Goldammer *et al.* 2007). Nell'ultimo decennio la Commissione Europea ha inoltre finanziato progetti di ricerca incentrati sul fuoco prescritto, come Fire Torch (Botelho *et al.* 2002) e Fire Paradox (Rego *et al.* 2007), che hanno coinvolto gran parte delle nazioni europee, compresa l'Italia.

1.1 La ricerca sul fuoco prescritto in Italia

In Italia il fuoco prescritto è un argomento controverso (Susmel 1974, Calabri 1981, Stefani 1985, Leone *et al.* 1999, Senatore 2000, Ascoli 2008).

Alcune regioni (Basilicata, Campania, Liguria, Lombardia, Piemonte, Sicilia, Toscana, Trentino, Sardegna, Valle d'Aosta, Veneto), prevedono nella propria normativa regionale, nei Piani AIB o nelle PMPF la possibilità di autorizzare applicazioni o sperimentazioni con il fuoco prescrit-

to (Ascoli 2008). Fatta eccezione per l'abbruciamento della vegetazione nei viali tagliafuoco in Sardegna (Massaiu 1999), non è mai stato pianificato sul territorio italiano.

Inoltre è stato raramente oggetto di sperimentazioni. Risalgono agli anni '80 una serie di esperimenti in Toscana per la riduzione del combustibile in pinete di pino domestico (Buresti e Sulli 1983, Calabri 1988). Nel 1997 furono eseguiti trattamenti sperimentali di fuoco prescritto in Sardegna per studiarne gli effetti nella gestione dei viali tagliafuoco in macchia mediterranea (Massaiu 1999). Limitati sono anche stati gli studi sugli effetti ecologici di fronti di fiamma sperimentali (Mazzoleni e Pizzolongo 1990, Mazzoleni e Esposito 1993, Giovannini e Lucchesi 1997, Bovio *et al.* 2001, D'Ascoli *et al.* 2005, De Marco *et al.* 2005, Ascoli 2008).

Recentemente si osserva un crescente interesse. Gruppi di lavoro italiani fanno parte di consorzi di ricerca internazionali: nel giugno 2007 il Corpo Forestale e di Vigilanza Ambientale della Regione Sardegna, nell'ambito del progetto Fire Paradox (www.fireparadox.org), ha organizzato un workshop sul fuoco prescritto con prove sperimentali in pineta (Regione Sardegna 2007). Similmente, nel settembre 2007 è stato organizzato un corso di formazione sul fuoco prescritto per operatori forestali dall'Università (Univ.) della Basilicata e dalla Regione Basilicata con prove sperimentali in pineta di pino domestico (Leone *et al.* 2008). Nel febbraio 2008 è stato eseguito un fuoco prescritto in Toscana per la riduzione del combustibile in pineta di pino domestico che ha visto la collaborazione del GFMC (www.fire.uni-freiburg.de), con le Univ. di Padova e Firenze (Valese e Held 2008). Nel giugno 2008, l'Univ. di Napoli Federico II (Fire Paradox), ha organizzato un incontro con il CFS sul fuoco prescritto in occasione dell'approvazione di sperimentazioni di fuoco prescritto nel Piano AIB del Parco del Cilento e Vallo di Diano (Allegato A del Piano AIB 2007-2011 della Regione Campania).

Nel 2004 il Dip. Agroselviter dell'Univ. di Torino ha avviato una linea di ricerca di applicazione sperimentale del fuoco prescritto. In particolare le sperimentazioni sono state condotte per la gestione conservativa delle brughiere in Piemonte.

1.2 L'esperienza piemontese: il caso studio per la gestione conservativa delle brughiere

La Brughiera basale, acidofila a *Calluna vulgaris* Hull. (Codice Natura 4030) è inserita fra gli habitat di interesse comunitario a priorità di conservazione (Direttiva Habitat 92/43/CEE).

Nelle zone pedemontane dell'Italia nord-ovest le brughiere erano estese su ampie superfici fino al primo dopoguerra (Pavari 1927). Originatesi su suoli evoluti, poveri, acidi, in seguito a deforestazione, si sono conservate grazie alla pratica pastorale di fuoco periodico invernale per eliminare la biomassa morta ed aumentare la palatabilità del foraggio (Mugion 1996).

Recenti studi hanno messo in evidenza la veloce contrazione di questo ambiente negli ultimi 50 anni in seguito all'abbandono delle tradizionali pratiche di gestione (Garbarino *et al.* 2006).

Al fine di conservare questo "paesaggio culturale" le brughiere rimanenti sono state incluse in Riserve Naturali Orientate (RNO).

La RNO della Vauda (TO) (Figura 1), è stata istituita con L.R. 23/93 al fine di "tutelare e conservare le caratteristiche naturali e paesaggistiche dell'area, anche attraverso interventi di recupero ambientale". Un recente studio promosso dall'Ente di Gestione dei Parchi e Riserve del Canavese, ha messo in luce la rapida scomparsa di questo ambiente: nel 1979 la brughiera a *C. vulgaris* rappresentava il 30% della Riserva; nel 2004 solo il 17% (Regione Piemonte 2004).

Il regime di fuoco attuale, caratterizzato da incendi incontrollati frequenti (tempo di ritorno 1-5 anni), estesi (media 40 ha), nel periodo più secco (febbraio-marzo), è considerato il fattore principale delle mutate condizioni ecologiche che tendono a favorire la trasformazione verso praterie a *Molinia arundinacea* Shrank, o verso boschi d'invasione a Betuleto planiziale con un'elevata presenza di *Populus tremula* L. (Mugion 1996, Borghesio 2004, Ascoli 2008).

Nel 2004, l'Ente di Gestione della RNO della Vauda ha stipulato una convenzione con il Dip. Agroselviter al fine di studiare un metodo di gestione conservativa delle brughiere attraverso l'applicazione di trattamenti sperimentali che razionalizzassero le pratiche tradizionali di fuoco pastorale, pascolamento e sfalcio.

1.3 Scopo del lavoro

L'obiettivo di applicazione del fuoco prescritto alla RNO della Vauda è diminuire la frequenza e l'estensione degli incendi incontrollati attraverso una riduzione del carico di combustibile in siti strategici (*sensu* Finney 2001), al fine di creare una discontinuità del combustibile e mantenere al tempo stesso una struttura diversificata dell'ambiente di brughiera (popolamenti coetanei a gruppi), che favorisca la diversità specifica e paesaggistica.

Per raggiungere questo obiettivo è necessario studiare gli effetti che il comportamento, la stagione di applicazione, il tempo di ritorno e la distribuzione spaziale del fuoco hanno

sull'ambiente di brughiera; ossia individuare il "regime di fuoco prescritto" adatto.

Nel presente lavoro si riportano alcuni risultati ottenuti in quattro anni di ricerca sul fuoco prescritto quali lo studio di casi gestionali simili, la caratterizzazione dei combustibili, la quantificazione del comportamento del fuoco ed il monitoraggio degli effetti sulla vegetazione.

Vengono quindi definite delle "prescrizioni preliminari" per la gestione della brughiera in Piemonte, ossia le finestre (valore min.; max.; ottimale) delle variabili che consentono di applicare il "regime" individuato: velocità e intensità del fronte, velocità del vento, umidità relativa e temperatura dell'aria, giorni trascorsi dall'ultima pioggia, carico e umidità dei combustibili, tecnica di accensione, periodo di applicazione, tempo di ritorno e distribuzione spaziale.

2. METODOLOGIA

2.1 Area di studio

La RNO della Vauda (7°41'17"E, 45°13'13"N) si colloca 30 km a nord di Torino, per una superficie di 2635 ha su un terrazzo di origine fluvio-glaciale a quote fra i 240 e 480 m. I suoli sono classificati come Typic Fragiudalf (USDA 1999). L'area presenta un clima di tipo continentale con l'81% delle precipitazioni concentrate fra aprile e novembre. Il mese più secco è marzo con 35 mm di pioggia e 0,3 giorni di neve. La temperatura media annuale è di 11,8 °C, con la media mensile minima in gennaio di 1,6 °C e la massima in agosto di 21,9 °C.

2.2 Studio di casi gestionali simili

Al fine di definire il disegno sperimentale si è partiti dallo studio della gestione delle brughiere nel Regno Unito, dove una lunga tradizione di ricerche (Hobbs e Gimingham 1987) ha portato ad individuare delle prescrizioni di applicazione del fuoco prescritto (SEERAD 2001, Natural England 2007) di seguito sintetizzate: il fuoco prescritto viene applicato a favore di vento, su superfici da 0,5 a 1 ha distribuite in modo da formare un mosaico di aree percorse in anni diversi; il periodo in cui è permesso bruciare va da inizio ottobre a metà aprile; il tempo di ritorno da 8 a 20 anni dipende dalla capacità della *C. vulgaris* di rigenerarsi.

2.3 Disegno sperimentale

Nell'autunno del 2004 sono state individuate 4 aree di 1 ha nella porzione sud-est della Riserva caratterizzate da popolamenti coetanei di *C. vulgaris* (età 8-10 anni). Le aree presentavano stadi diversi di invasione da parte delle specie arboree. I trattamenti di fuoco prescritto, pascolo, sfalcio e loro forme combinate sono stati ripetuti nelle 4 aree su particelle di 1250 m².

Nelle stagioni invernali dal 2005 al 2008, sono stati realizzati un totale di 20 fronti di fiamma sperimentali, sia con accensione lineare, a favore e contro vento, che per strisce parallele a favore di vento, su superfici piane ed orizzontali da 1250 a 4000 m².

Prima di ogni accensione è stato determinato il carico e l'umidità del combustibile fine secondo il metodo sviluppato da Burgan e Rothermel (1984).

Durante l'applicazione del fuoco prescritto il comportamento del fronte di fiamma è stato studiato secondo la metodolo-

gia della "Microplot Scale Analysis" (Fernandes *et al.* 2000, Ascoli 2008). Con questa analisi si è quantificata la velocità di avanzamento, il tempo di residenza e l'intensità lineare (Byram 1954) nelle diverse fasi di sviluppo del fronte.

Il contributo specifico, indice proporzionale alla fitomassa ed alla copertura della vegetazione (Daget e Poissonet 1971), è stato calcolato lungo transetti lineari fissi (10 m) in numero di 3-4 per ogni particella trattata. La struttura della vegetazione arborea è stata descritta lungo transetti fissi (2x10m) in numero di 3-4 per ogni particella trattata. I rilievi sono stati eseguiti prima dell'applicazione dei trattamenti e ad ogni stagione vegetativa successiva.

Nel presente lavoro vengono riportati i risultati riguardanti le due aree in cui la presenza delle specie arboree non era rilevante (area basimetrica nel 2004 < 1 m²); inoltre viene presentata l'evoluzione della vegetazione (2005-2008) dei 3 trattamenti (Tr.) seguenti:

- Tr. F4: fuoco prescritto annuale, in inverno, a favore di vento (fuoco 4 volte dal 2005 al 2008). Intende studiare gli effetti di un regime di incendio ad alta frequenza;
- Tr. F1: fuoco prescritto saltuario, in inverno, a favore di vento (fuoco 1 volta nel 2005). Intende studiare gli effetti di un fuoco prescritto con tempo di ritorno da determinare in base al successo della rigenerazione della *C. vulgaris*;
- Tr. Testimone: assenza di disturbo.

3. RISULTATI

3.1 Combustibili e comportamento del fuoco

I combustibili alla Vauda durante la stagione invernale sono prevalentemente fini ($\varnothing < 6\text{mm}$), sia vivi (chime di *C. vulgaris*) che morti (cespi addugiati di *M. arundinacea*). Il carico di combustibile fine (vivo + morto) in popolamenti di 8-10 anni è di 12 ± 2 t/ha. L'umidità del combustibile fine morto varia soprattutto in funzione delle precipitazioni; con umidità sotto il 10% si sono osservati i valori più alti di velocità ed intensità del fronte; sopra il 25% il fronte è avanzato in modo frammentato fino ad estinguersi (Ascoli 2008)¹.

L'analisi del comportamento di fronti di fiamma a favore di vento ha permesso di descrivere quantitativamente il fronte in fase di accelerazione (fase A) nei primi 15 m di sviluppo, e nella fase successiva di "equilibrio" (fase E) (Cheney e Gould 1995). Nella fase A sono state osservate una velocità media (V) di 3,7 m/min, una intensità lineare media (I) di 1383 kW/m ed un tempo di residenza medio (TR) di 20 sec., contro una V di 9,5 m/min, I di 3206 kW/m, TR di 33 sec nella fase E (Figura 2).

3.2 Effetti sulla vegetazione

Prima dell'applicazione dei trattamenti di fuoco prescritto la vegetazione nelle aree sperimentali presentava una dominanza di *C. vulgaris* con un contributo specifico medio (CS) pari a 45%; la specie codominante era la *M. arundinacea* con un CS pari a 36%; infine altre specie, come il *Carex* sp. (6%), il *Salix rosmarinifolia* L. (3%), fra le più abbondanti, costituivano il restante 19% in CS (Figura 3).

Il passaggio del fuoco nell'inverno 2005 ha eliminato completamente la parte epigea dei popolamenti di *C. vulgaris*. Alla prima stagione vegetativa dopo l'applicazione si è osservata una vigorosa ripresa della *M. arundinacea*, grazie alla sua resilienza al fuoco (Brys *et al.* 2005), divenuta la specie dominante con un CS pari al 75%; tuttavia i cespi di *C. vulgaris* hanno mostrato una buona capacità di ricaccio dalle gemme basali presentando un CS simile nelle aree destinate al Tr. F4 ed al Tr. F1 rispettivamente pari al 9% e all'11%.

Nelle stagioni vegetative del 2006 e 2008 il monitoraggio delle aree destinate ai trattamenti Testimone, F4 ed F1 ha messo in evidenza le seguenti dinamiche evolutive:

- Tr. Testimone: si osserva un aumento graduale del CS della *C. vulgaris* a discapito della *M. arundinacea*; il CS delle altre specie rimane costante.
- Tr. F4: nel 2008 il passaggio del fuoco con frequenza annuale ha portato all'eliminazione della *C. vulgaris* (0%), alla dominanza della *M. arundinacea* (55%), che tuttavia presenta una diminuzione graduale (-14%) dal 2005 al 2008; rispetto al 2004 il CS delle altre specie aumenta, in particolare vengono favorite le specie più resilienti al fuoco, come il *Dichanthelium acuminatum* (Swartz) Gould & Clark (18%), specie invasiva nord americana resiliente anche ad un'elevata frequenza (DeSelm *et al.* 1973). Inoltre si osserva un aumento di suolo nudo (4%).
- Tr. F1: nel 2008 si osservano differenze significative ($p < 0,01$) in CS delle singole specie rispetto al Tr. F4: la *C. vulgaris* mostra infatti una capacità di rigenerare la copertura mostrando un CS pari al 28% (il 65% della copertura iniziale) ed un'altezza media del popolamento pari a 26 cm; la *M. arundinacea* dopo il vigoroso ricaccio nel 2005 presenta una diminuzione (-37%) al 2008; infine si osserva un aumento della copertura di altre specie fra cui *Carex* sp. (22%) e *S. rosmarinifolia* L. (7%).

4. DISCUSSIONE

Il presente studio ha evidenziato come il passaggio con frequenza annuale del fuoco porti alla scomparsa dell'ambiente di brughiera a favore di specie erbacee.

Per contro è stata osservata una incoraggiante rigenerazione della *C. vulgaris* dopo fuochi prescritti saltuari, realizzati durante la stagione di riposo vegetativo a favore di vento. Fronti a favore sono infatti da preferire a fronti contro vento caratterizzati da tempi di residenza più elevati e quindi con un maggior impatto termico sulle ceppaie (Davies 2005, Ascoli 2008). Nel Regno Unito fronti contro vento vengono usati in popolamenti senescenti (25 anni) (Hobbs e Gimingham 1987), tuttavia questa pratica viene attualmente sconsigliata a causa dei danni che possono arrecare al suolo (Natural England 2007).

Lo studio del comportamento del fuoco in popolamenti di *C. vulgaris* di 8-10 anni (12 ± 2 t/ha di combustibile fine) ha messo in evidenza l'ampio range di variazione di fronti a favore di vento, con V fino a 20 m/min e I che superano i 7000 kW/m. Simili fronti di fiamma sono difficilmente gestibili in sicurezza se non grazie all'intervento di personale e mezzi adeguati. Tuttavia si è osservato come nella fase A la V si mantenga sotto i 10 m/min; questo valore viene considerato il limite dell'attacco diretto in combustibili erbacei e basso arbustivi su terreno pianeggiante (Bovio 2008). Inoltre

¹ Un'analisi dettagliata degli effetti del carico, dell'umidità del combustibile e delle variabili meteorologiche sul comportamento del fuoco in ambiente di brughiera è riportata in numerosi studi (Hobbs e Gimingham 1984, Davies 2005).

durante la fase A sono stati osservati TR più bassi rispetto alla fase E.

Sulla base di queste considerazioni, il comportamento considerato è quello di fronti a favore di vento in fase di accelerazione su distanze inferiori a 15 m, ottenibile utilizzando la tecnica di accensione a favore di vento per strisce parallele lunghe 25 m e distanziate da 1 a 15 m, operando con una velocità del vento compresa fra 1 e 15 km/h, una temperatura dell'aria compresa fra -2 e 15 °C ed una umidità del combustibile fine morto fra 10 e 25 % (Ascoli 2008).

Simili condizioni atmosferiche e di combustibile sono riscontrabili alla Vauda durante il periodo invernale dove il lungo periodo di scarse precipitazioni (dicembre-marzo) rende possibile programmare l'applicazione del fuoco prescritto. Inoltre la normativa attuale in Piemonte (L.R. 16/94; Piano AIB 2007-2010) autorizza il fuoco prescritto solo durante la stagione di riposo vegetativo (Regione Piemonte 2007, Ascoli 2008).

Il tempo di ritorno del fuoco prescritto potrà essere definito solo sul lungo periodo attraverso il monitoraggio periodico di indicatori quali il CS o l'altezza della *C. vulgaris*: si ritiene che il raggiungimento di un CS pari a 50% ed un'altezza media del popolamento di 40 cm soddisfino gli obiettivi gestionali.

5. CONCLUSIONI

La ricerca condotta alla RNO della Vauda ha portato a definire delle prescrizioni preliminari per la conservazione della brughiere a *Calluna vulgaris* in Piemonte (Tabella 1).

Le prescrizioni di applicazione del fuoco prescritto non sono univoche ma dipendono dall'obiettivo gestionale in un determinato ambiente.

Ogni obiettivo può essere raggiunto applicando un "regime di fuoco prescritto" specifico: il comportamento del fuoco ed i suoi effetti, la stagione di applicazione, la distribuzione spaziale e temporale dei trattamenti e l'interazione fra questi fattori devono quindi essere oggetto di studi multidisciplinari sul lungo periodo.

La ricerca condotta alla RNO della Vauda per la gestione conservativa delle brughiere può essere un riferimento per sperimentazioni del fuoco prescritto, in particolare per i seguenti obiettivi gestionali:

- Razionalizzazione dei fuochi pastorali;
- Gestione dei viali tagliafuoco;
- Conservazione di habitat in cui il fuoco è un fattore ecologico determinante;
- Riduzione "strategica" (Finney 2001, Finney *et al.* 2005) del carico di combustibile. Sulla base delle conoscenze in Italia, e più in generale in Europa, si ritiene interessante avviare studi in pinete di *Pinus pinea* L., *Pinus halepensis* Miller, *Pinus pinaster* Aiton.; in macchia mediterranea; in boschi di neoformazione ed in zone di interfaccia urbano-foresta.

RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano il Corpo Forestale dello Stato - Coordinamento provinciale di Torino, il Corpo dei Volontari Antincendi Boschivi della Regione Piemonte ed il personale tecnico dell'Ente di gestione delle Riserve e dei Parchi Naturali del Canavese per la collaborazione ed il supporto logistico. Il progetto è stato finanziato dalla Regione Piemonte.

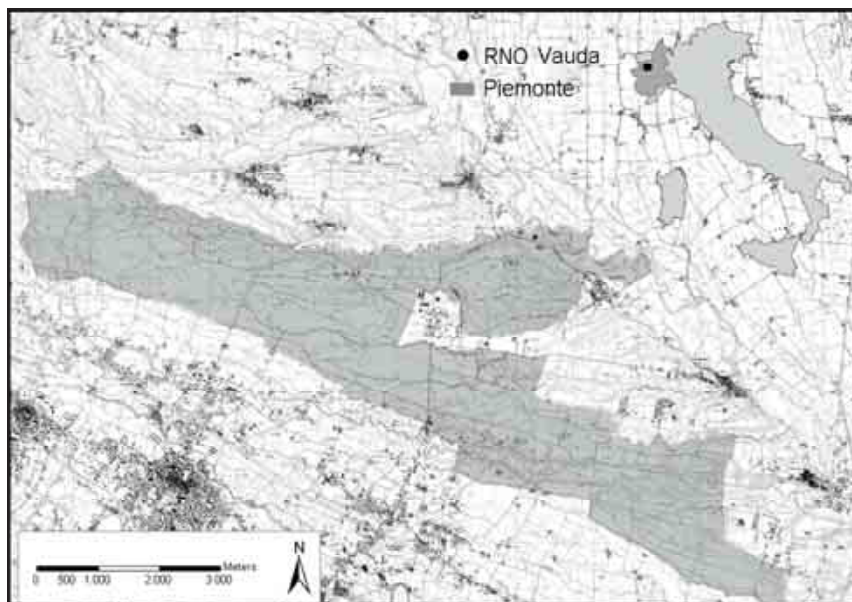


Figura 1.

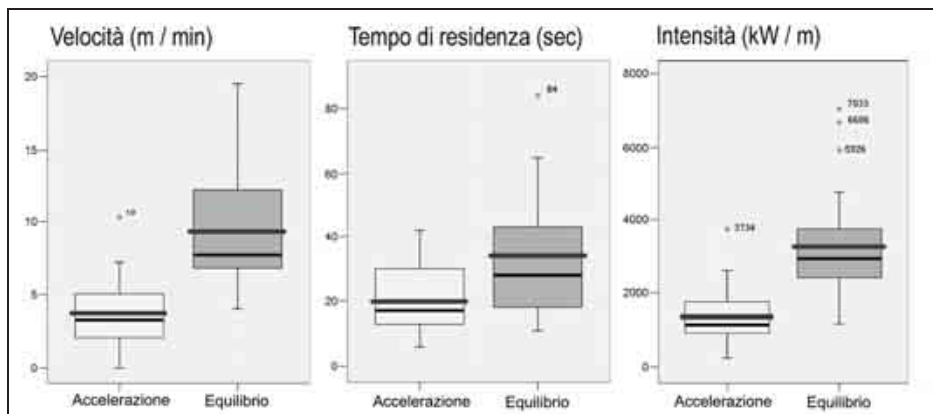


Figura 2.

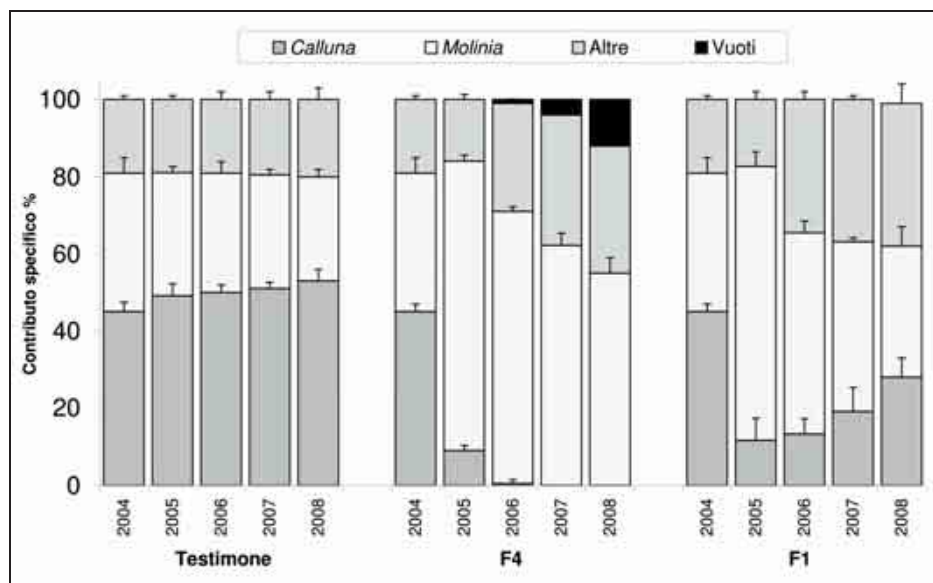


Figura 3.

SUMMARY

IN ITALY KNOWLEDGE ABOUT THE USEFULNESS OF PRESCRIBED BURNING IS LIMITED AND CONTROVERSIAL

This paper discusses the short-term results of a long-term fire experiment started in 2004 to study prescribed burning regimes for *Calluna vulgaris* heathland conservation management in north-west Italy. A set of preliminary prescriptions is given.

The methodology used has been designed to identify suitable management answers and to create a fire experiment expertise in Italy that could be useful to evaluate ecological sustainability of prescribed burning for rational pastoral burns, strategic fuel reduction, fuel-break management and habitat maintenance.

RÉSUMÉ

EN ITALIE, LES CONNAISSANCES QUANT A L'UTILITE DES BRULAGES DIRIGES SONT LIMITEES ET CONTROVERSEES

Cet article propose une réflexion sur les résultats à court terme d'une étude à long terme, commencé en 2004, sur les régimes de brûlages dirigés pour la conservation de *Calluna* dans les landes du nord-ouest de l'Italie. Une série de prescriptions préliminaires est donnée. La méthodologie utilisée a été conçue pour identifier les modes de gestion appropriés et créer une évaluation sur les études expérimentales du feu en Italie; ce qui pourrait être utile pour évaluer la durabilité écologique des brûlages dirigés pour les brûlis rationnels pastoraux, la réduction stratégique des combustibles, la gestion des pare-feux, et la conservation des habitats.

BIBLIOGRAFIA

- Ascoli D., 2008 - *Developing a Prescribed Burning Expertise in Italy: Learning Fire Experiments*. Tesi di dottorato. Università degli Studi di Torino. Disponibile su: <http://www.eufirelab.org/toolbox2/library/upload/2555.pdf>.
- Bond W.J., van Wilgen B.W., 1996 - *Fire and plants*. Chapman and Hall. London.
- Borghesio L., 2004 - *Biodiversity erosion in the Vauda Nature reserve (Turin, Piedmont, NW Italy)*. Rivista Piemontese di Storia Naturale 25: 371-389.
- Botelho H., Fernandes P., 1997 - *Controlled burning in the Mediterranean countries of Europe*. European Commission; Environment e Climate Programme; Advanced Study Courses; Marathon; 06/14 October 1997; pp. 163-170.
- Botelho H., Fernandes P., Rigolot E., Rego F., Guarnieri F., Bingelli F., Vega J.A., Prodon R., Molina D., Gouma V., Leone V., 2002 - *Main outcomes of the Fire Torch project: a management approach to prescribed burning in Mediterranean Europe*. In 'Proceedings IV International Conference on Forest Fire Research and 2002 Wildland Fire Safety Summit'. Luso, PT, 18-23 November 2002'.
- Bovio G., Callegari G., Camia A., Francesetti A., Iovino F., Porto P., Veltri A., 2001 - *Prove sperimentali per valutare l'impatto degli incendi boschivi sull'idrologia superficiale e sull'erosione dei suoli*. L'Italia Forestale e Montana 56 (4): 233-256.
- Bovio G., 2008 - *Metodi di intervento: diretto ed indiretto*. In: Leone V., Bovio G., Cesti G., Lovreglio R., 2008. Il Direttore delle Operazioni di Spegnimento degli Incendi Boschivi: Manuale Tecnico. Università degli Studi della Basilicata. Roma, p. 155-179.
- Brys R., Jacquemyn H., De Blust G., 2005 - *Fire increases aboveground biomass. seed production and recruitment success of *Molinia caerulea* in dry heathland*. Acta Oecologica 28: 299-305.
- Buresti E., Sulli M., 1983 - *Il fuoco strumento colturale?* Annali dell'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura. A-rezzo XVI: 355-385.
- Burgan R., Rothermel R., 1984 - *BEHAVE: Fire behaviour prediction and fuel modelling system - FUEL subsystem*. USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. INT-167, Inter Mt. For. and Range Exp. Stn. Ogden, Utah.
- Byram G.M., 1959 - *Combustion of forest fuels*. In: Davis K.M. (Ed.). Forest Fire: Control and Use. Mc Graw Hill, New York, p. 61-69.
- Calabri G., 1981 - *Il fuoco prescritto. una discussa tecnica per la gestione dei boschi*. Monti e boschi 32 (1): 35-42.
- Calabri G., 1988 - *L'introduzione du brûlage contrôlé en Italie*. In: *Proceedings of the Atelier sur le brûlage contrôlé*. Avignon. 14-18 Mars. INRA-FAO-IUFRO.
- Cheney N.P., Gould J.S., 1993 - *The Influence of Fuel Weather and Fire Shape Variables on Fire-Spread in Grasslands*. International Journal of Wildland Fire 3 (1): 31-44.
- Daget P., Poissonet J., 1971 - *Une méthode d'analyse phytologique des prairies*. Annales agronomiques 22 : 5-41.
- D'Ascoli R., Rutigliano F.A., De Pascale R.A., Gentile A., Virzo De Santo A., 2005 - *Functional diversity of the microbial community in Mediterranean maquis soils as affected by fires*. International Journal of Wildland Fire 14 (4): 355-363.
- Davies G.M., 2005 - *Fire Behaviour and Impact on Heather Moorland*. PhD thesis. University of Edinburgh.
- De Marco A., Gentile A., Arena C., Virzo De Santo A., 2005 - *Organic matter. nutrient content and biological activity in burned and unburned soils of a Mediterranean maquis area of southern Italy*. International Journal of Wildland Fire 14(4): 365-377.
- DeSelm, H.R., Clebsch, E.E.C., Nichols, G.M.; Thor E., 1974 - *Response of herbs, shrubs and tree sprouts in prescribed-burn hardwoods in Tennessee*. In: Proceedings, annual Tall Timbers fire ecology conference; 1973 March 22-23; Tallahassee, FL. No. 13. Tallahassee, FL: Tall Timbers Research Station: 331-344.
- FAO, 2006 - *Fire management: voluntary guidelines. Principles and strategic actions*. Fire Management Working Paper 17, Rome. Disponibile su: www.fao.org/forestry/site/35853/en.
- Fernandes P., Catchpole W.R., Rego F.C., 2000 - *Shrubland Fire Behaviour Modelling with Microplot Data*. Canadian Journal Forest Research 30: 889-899.
- Finney M.A., 2001 - *Design of Regular Landscape Fuel Treatment Patterns for Modifying Fire Growth and Behavior*. Forest Science 47 (2): 219 - 228.
- Finney M.A., McHugh C.W., Grenfell I.C., 2005 - *Stand and landscape-level effects of prescribed burning on two Arizona wildfires*. Canadian Journal Forest Research 35 (7): 1714-1722.
- Fischer W.C., 1978 - *Planning and evaluating prescribed fires - A standard procedure*. General Technical Report INT-43, Forest Service, U.S. Department of Agriculture.
- Garbarino M., Lingua E., Pividori M., Motta R., 2006 - *Agro-forest landscape dynamics during the last 50 years: the case study of two north-western Italian parks*. In: *Proceedings of Patterns and processes in forest landscapes*. Consequences of human management. Locorotondo, Italy, September 26-29, 2006 (La Fortezza R., Sanesi G. Eds.).
- Giovannini G., Lucchesi S., 1997 - *Modifications induced in soil physico-chemical parameters by experimental fires at different intensities*. Soil Science 162: 479-486.
- Goldammer J.G., Hoffmann G., Bruce M., Kondrashov L., Verkhovets S., Kisilyakhov Y.K., Rydkvist T., Page H., Brunn E., Lovén L., Eerikäinen K., Nikolov N., Chuluunbaatar T.O., 2007 - *The Eurasian Fire in Nature Conservation Network (EFNCN): Advances in the use of prescribed fire in nature conservation. landscape management, forestry and carbon management in temperate-boreal Europe and adjoining countries in Southeast Europe, Caucasus, Central Asia and Northeast Asia*. In: *Proceeding of IV International Wildland Fire Conference*, Sevilla, Spain, 2007.
- Hobbs R.J., Gimingham C.H., 1984 - *Studies on fire in Scottish heathland communities: I. Fire Characteristics*. The Journal of Ecology 72: 223-240.
- Hobbs R.J., Gimingham C.H., 1987 - *Vegetation. fire and herbivore interaction in heathland*. Advanced Ecology Research 16: 87-173.
- Leone V., Signorile A., Gouma V., Pangas N., Chronopoulos-Sereli, 1999 - *Obstacles in prescribed fire use in Mediterranean countries: early remarks and results of the Fire Torch project*. In: *Proceedings DELFI International Symposium. Forest Fires: Needs and Innovations*. Athens. Greece. November 18-19. 1999.

- Leone V., Bovio G., Cesti G., Lovreglio R., 2008 - *Il Direttore delle Operazioni di Spegnimento degli Incendi Boschivi: Manuale Tecnico*. Università degli Studi della Basilicata. Roma 2008.
- Massaiu A., 1999 - *Il fuoco come tecnica di gestione territoriale. Applicazione di fuoco prescritto in Sardegna*. Tesi di Laurea. Università di Firenze.
- Mazzoleni S., Pizzolongo P., 1990 - *Post-fire regeneration patterns of Mediterranean shrubs in the Campania region. southern Italy*. In: Goldammer J.G. and Jenkins M.J. (Eds.). *Fire in Ecosystem Dynamics*. (SPB Academic Publishing: The Hague). Pp. 43-51.
- Mazzoleni S., Esposito A., 1993 - *Vegetative regrowth after fire and cutting of Mediterranean macchia species*. In: Trabaud L. and Prodron R. (Ed.) *Fire in Mediterranean ecosystems*. Ecosystems Research Report N 5. Commission of the European Communities. Brussels. Pp. 87-99.
- Mugion L.G., 1996 - *Vegetational aspects of Calluna heathlands in the western Po Plain (Turin. NW Piedmont. Italy)*. *Allionia* 34: 343-348.
- Natural England, 2007 - *The Heather and Grass burning code*. (Defra, London). Disponibile su: www.naturalengland.org.uk/planning/farming-wildlife/burning/docs/HeatherGrassBurningCode.pdf.
- Pavari A., 1927 - *L'azione antropica sulla vegetazione forestale in rapporto alla fitogeografia*. *Italian Military Geographic Institute* 8: 873-896.
- Pyne S.J., Andrews P.L., Laven R.D., 1996 - *Introduction to Wildland Fire (second edition)*. John Wiley and Sons. Inc. New York. pp. 769.
- Regione Piemonte, 2004 - *Atti finali Progetto Interreg IIIA: Conservazione e gestione della Flora e degli Habitat nelle Alpi Occidentali del Sud*. Regione Piemonte.
- Regione Piemonte, 2007 - *Piano Regionale A.I.B. 2007-2010*. Disponibile su: http://www.regione.piemonte.it/montagna/incendi/piano/dwd/aib2007_2010.pdf.
- Regione Sardegna, 2007 - *Atti del Seminario: FIRE PARADOX: Un nuovo approccio all'uso tradizionale del fuoco nella prevenzione degli incendi boschivi. 22 giugno 2007, Cagliari*. Programma disponibile su: http://cnlsd.it/Locandine%20eventi/Cagliari_22_06.pdf.
- Rego F., Alexandrian D., Fernades P., Rigolot E., 2007 - *FIRE PARADOX: An innovative Approach of Integrated Wildland Fire Management – A joint European initiative*. In: *Proceedings of IV International Wildland Fire Conference*. Sevilla. Spain. 2007.
- Rigolot E., Gaulier A., 2000 - *Task 2 - Deliverable B1: prescribed burning field forms. Prescribed burning as a tool for the Mediterranean region: a management approach (ENV4-CT98-0715)*. European Commission, Program Environment and Climate. Disponibile su: <http://www.eufirelab.org/toolbox2/library/upload/198.PDF>.
- Senatore G., 2000 - *Il fuoco prescritto: discussa tecnica di gestione di risorse silvo-pastorali*. *L'Italia forestale e montana* 55 (1): 41-50.
- SEERAD, 2001 - *The Muirburn Code*. (SEERAD Publications: Edinburgh). Disponibile su: www.scotland.gov.uk.
- Stefani A., 1985 - *Bruciare o non bruciare?*. *Economia montana* 4: 3-9.
- Susmel L., 1974 - *Studio di pianificazione antincendio per la Regione Autonoma della Sardegna*. Istituto Di Selvicoltura dell'Università di Padova.
- USDA – NRCS, 1999 - *Soil Taxonomy (second edition)*. *Agricultural Handbook* n. 436.
- Valese E., Held A.C., 2008 - *La gestione dei combustibili forestali e la difesa delle proprietà private dagli incendi boschivi: il progetto pilota Pianacci (Lastra a Signa – Firenze)*. *Atti del III Congresso Nazionale di Selvicoltura*. 16-19 ottobre, Taormina (Sicilia, Italia).
- Wright H.A., Bailey A.W., 1982 - *Fire Ecology*. John Wiley and Sons. New York.

UN'IPOTESI DI RILIEVO DELLE AREE FORESTALI PERCORSE DAL FUOCO

(*) *Corpo Forestale dello Stato Comando Provinciale di Bologna*

(**) *Provincia di Bologna*

La Provincia di Bologna è dotata di una cartografia forestale contenente dati che, oltre a definire le caratteristiche vegetazionali dei popolamenti forestali, fornisce informazioni riguardanti le aree forestali percorse da incendio. La delimitazione di questo tematismo è stata effettuata dal personale del Corpo Forestale dello Stato mediante l'ausilio di apparecchiatura GPS di fascia alta.

Il presente lavoro illustra le modalità con cui sono stati effettuati i rilievi delle aree forestali percorse dal fuoco e alcune elaborazioni scaturite dalla correlazione tra i dati acquisiti ed i parametri di impostazione strumentale che hanno fornito risultati altamente affidabili. I dati del rilievo sono stati corretti in modalità differenziale "post-processing".

La finalità del lavoro è stata quella di ottenere un'area sovrapponibile con i dati catastali al fine di individuare e vincolare, ai sensi della Legge 353/2000, le particelle interessate dall'incendio. La cartografia risultante è stata implementata nel Sistema Informativo Territoriale provinciale e la tecnologia impiegata ne ha permesso inoltre la consultazione via web. Sono stati infine effettuati, sugli stessi incendi, rilievi simultanei operati con strumentazione GPS differente che hanno restituito scostamenti variabili tra i due ed i cinque metri.

Parole chiave: incendi boschivi, GPS, GIS.

Key words: forest fire, GPS, GIS.

Mots clés: incendies des forêts, GPS, GIS.

1. GLI INCENDI BOSCHIVI IN PROVINCIA DI BOLOGNA

La lotta agli incendi boschivi in Regione Emilia-Romagna, ed in particolare in provincia di Bologna, è caratterizzata da un'attività che vede impegnati in modo sinergico e codificato tutti i soggetti che, a diverso titolo, hanno specifiche competenze in materia.

Questo metodo, che ha dato e sta dando ottimi risultati, è stato negli anni implementato con specifici atti tesi di volta in volta a stabilire tempi e modo di intervento con l'obiettivo di definire in modo inequivocabile e per i diversi scenari chi fa che cosa.

In provincia di Bologna il fenomeno degli incendi boschivi, ad oggi, non desta particolare preoccupazione per la modesta porzione di territorio interessata dal passaggio del fuoco. Infatti durante il periodo 2003-2007 si sono sviluppati 150 incendi boschivi, così come definiti dalla Legge 353/2000, riassunti sinteticamente nella Tabella n°1.

Dal confronto dei dati tra la superficie forestale bruciata e le aree forestali incluse nella cartografia tematica della provincia di Bologna è emerso che le aree forestali percorse dal fuoco rappresentano solo lo 0,2% di quelle totali.

2. INTRODUZIONE ALLO STUDIO SULLA PERIMETRAZIONE DEGLI INCENDI BOSCHIVI

L'acquisizione dei dati per la delimitazione delle aree forestali percorse da incendio è stata effettuata a partire dall'anno 2004 grazie ad una contributo, erogato alla Provincia di Bologna dalla Regione Emilia-Romagna, ai sensi della Misura 2.t, "Tutela dell'ambiente in relazione alla selvicoltura" del Piano Regionale di Sviluppo Rurale 2000-2006.

I rilievi sono stati effettuati dal personale del Comando Provinciale del Corpo Forestale dello Stato di Bologna

sugli incendi sviluppatisi a partire dal 2003. La rapidità, con cui le piante eliofile ricolonizzano le superfici boscate percorse dal fuoco, ha influito sulla scelta di non eseguire i rilievi su incendi verificatisi in un intervallo temporale maggiore di un anno da quello di rilevazione. In particolare, per gli incendi che interessano superfici di estensione esigua, risulta problematico delimitare in maniera inequivocabile l'area forestale, percorsa dal fuoco, a causa della difficoltà nel determinare i danni provocati dall'incendio sulla vegetazione.

3. METODOLOGIA DI RILIEVO

I rilievi a terra sono stati effettuati con GPS marca TRIMBLE modello Pathfinder® Pro XRS a 12 canali. La raccolta dei dati in campo è stata eseguita impostando l'apparecchiatura ai seguenti valori: (Tabella 2).

Al fine di aumentare l'efficienza del personale impegnato in campo, i rilievi GPS sono stati eseguiti principalmente senza l'ausilio delle informazioni ricavabili dagli almanacchi, tranne che per sporadici casi in cui l'orografia del territorio è risultata essere particolarmente ricca di ostacoli e pertanto il rilievo è stato preventivamente pianificato secondo le indicazioni contenute nel planning.

Inoltre in tutte le osservazioni effettuate si è constatato che il tempo di attesa, tra l'accensione dello strumento e l'acquisizione della prima coordinata, è stato sempre inferiore al minuto.

I rilievi sono stati realizzati in modalità mista, sia dinamica che statica, creando un file per ogni area percorsa da incendio ed inserendo informazioni dettagliate sull'uso del suolo dell'area rilevata.

In particolare si è provveduto a rilevare in modalità dinamica, mediante camminamento effettuato lungo il perimetro dell'incendio, le aree interessate dal passaggio del

fuoco verificando, ad intervalli regolari, il giusto posizionamento della poligonale attraverso un rilievo statico eseguito con la raccolta di un numero congruo di posizioni.

In pratica, alla trecentesima posizione, rilevata in modalità dinamica, si è proceduto al blocco di tale rilievo per l'acquisizione di un punto statico, costituito da 40 posizioni, denominato "punto di controllo"; terminata la registrazione statica il rilievo è stato ripristinato in forma dinamica.

Ai "punti di controllo" sono state registrate, quali attributi del "Data Dictionary", alcune informazioni, come ad esempio il numero progressivo della posizione statica, al fine di agevolare, in un secondo momento, la costruzione di poligoni in ambiente ArcGis/ArcInfo.

Successivamente alla delimitazione del perimetro dell'area percorsa dal fuoco sono stati effettuati posizionamenti di "punti noti" coincidenti con infrastrutture, riportate nella Cartografia Tecnica Regionale alla scala 1:5.000, al fine di verificare, per mezzo della sovrapposizione dei "layers", l'eventuale scostamento tra le coordinate del punto determinato tramite il rilievo e quelle individuate in cartografia.

I dati ottenuti dal rilievo sono stati in seguito corretti in modalità differenziale con quelli acquisiti dalla stazione base, ubicata in Bologna presso la sede del Comando provinciale del Corpo Forestale dello Stato, che si trova in posizione pressoché baricentrica rispetto ai limiti territoriali provinciali. Dall'analisi cartografica si evidenzia che la distanza lineare tra la stazione base e la località più remota della provincia è pari a 60 Km, a questa distanza, secondo la bibliografia esistente in materia, la correzione differenziale restituisce errori residui molto bassi.

Il dato finale, risultante dalla correzione, è stato esportato in formato .shp grazie all'utilizzo di un apposito software e, laddove si sono riscontrate posizioni ritenute "aberranti", si è proceduto con l'eliminazione manuale di tali punti. L'area così ottenuta è stata quindi validata dal Corpo Forestale dello Stato.

Inoltre dal collegamento automatico dei "punti di controllo", ottenuto mediante appositi "tools" di ArcMap, sono stati realizzati dei "layer" di verifica al fine di apprezzare le eventuali differenze tra rilievi statici e dinamici.

La delimitazione delle aree forestali percorse da incendio nei casi esaminati ha dato degli ottimi risultati poiché, dalle verifiche effettuate sui "punti noti", si è constatato che le differenze, tra le coordinate acquisite con il rilievo e quelle determinate dalla localizzazione della struttura riportata in cartografia, erano inferiori al metro.

4. DIFFERENZE DI POSIZIONAMENTO TRA TIPOLOGIE STRUMENTALI DIVERSE

La metodologia finora esposta è stata effettuata con l'ausilio di un unico strumento disponibile presso gli uffici provinciali del Corpo Forestale dello Stato ubicati in Bologna, con il limite, non certo trascurabile, delle spese sostenute per gli spostamenti necessari al recupero, utilizzo e riconsegna, presso gli uffici centrali, della strumentazione utilizzata per i rilievi.

Dal 2008 sono state avviate, sullo stesso incendio, metodologie di rilievo simultanee realizzate sia con l'apparecchiatura illustrata nel paragrafo precedente che con GPS più speditivi, meno accurati, ma facilmente repe-

ribili, poiché in dotazione presso tutti i Comandi Stazione del CFS. Il GPS aggiuntivo, marca Garmin modello GPSMAP® 76CSx, è stato impostato nel sistema di riferimento WGS84. La modalità di rilevamento utilizzata è stata quella per punti.

I rilievi congiunti sono stati effettuati su un terzo degli incendi, verificatisi in Provincia di Bologna da gennaio a luglio del corrente anno. I dati relativi alle aree forestali percorse da incendio nel campione esaminato sono riassunti in Tabella n.3.

Dopo il rilievo in modalità statica delle aree incluse nella tabella precedente sono state eseguite le determinazioni dei "punti noti", coincidenti con abitazioni localizzate in prossimità dell'area forestale percorsa dal fuoco.

I rilievi effettuati con GPS Pathfinder® sono stati successivamente corretti in modalità differenziale. I punti corretti e quelli determinati mediante l'utilizzo del GPSMAP® 76CSx sono stati esportati in ambiente ArcMap per essere confrontati. Si è proceduto quindi al calcolo dello scostamento basandosi sulla distanza planimetrica tra le coordinate acquisite con i due strumenti tramite l'utilizzo della seguente formula $\sqrt{(X_g - X_t)^2 + (Y_g - Y_t)^2}$ dove X_g e X_t sono rispettivamente le coordinate in longitudine acquisite con GPSMAP® 76CSx e GPS Pathfinder® mentre Y_g e Y_t sono, in ordine, le coordinate in latitudine rilevate mediante l'utilizzo di GPSMAP® 76CSx e GPS Pathfinder®.

L'informatizzazione dei dati è stata effettuata mediante restituzione in formato vettoriale secondo il sistema di riferimento WGS84 - proiezione UTM zona 32 Nord, come da convenzione adottata dal Sistema Informativo Territoriale provinciale.

5. RISULTATI

I rilievi simultanei effettuati con attrezzature GPS di fascia alta e media hanno già prodotto, seppure sulla base di poche osservazioni, dati che non possono essere sottovalutati in quanto caratterizzati da scostamenti medi che, relativamente alle aree percorse dal fuoco, misurano tra 2 e 5 metri. Si osserva inoltre che tendenzialmente tali differenze diminuiscono con l'aumentare del numero delle posizioni. Nelle Tabelle n. 4 e n. 5 vengono riportati rispettivamente i risultati degli scostamenti, determinati dall'utilizzo simultaneo delle due apparecchiature GPS sui "punti noti" e sulle posizioni puntuali, acquisite lungo il perimetro delle aree forestali percorse dal fuoco.

In base ai dati ottenuti si è constatato che risulta necessario proseguire la sperimentazione avviata con l'accortezza di aumentare sia le dimensioni del campione che il numero di rilevamenti puntuali per incendio.

6. MODALITÀ DI CONSULTAZIONE: IL SERVIZIO WEBGIS

I dati informatizzati relativi alle aree forestali percorse dal fuoco sono stati inseriti in un servizio di consultazione WebGis visitabile al sito:

<http://cst.provincia.bologna.it/website/cartaforestaleweb>.

Oltre ai tematismi di base quali la cartografia raster, i confini amministrativi, la viabilità, i numeri civici, le località, nonché i temi di tipo ambientale come ad esempio le aree protette, le Zone di Protezione Speciale, i Siti di Im-

portanza Comunitaria e la carta forestale, il servizio mette a disposizione la cartografia catastale con la quale è possibile sovrapporre le aree forestali percorse da incendi al fine di individuare le particelle, in parte o totalmente percorse dal fuoco, offrendo così ai Comuni tutte le informazioni necessarie per ottemperare a quanto previsto dalla normativa nazionale vigente in materia di incendi boschivi.

Le funzionalità di navigazione cartografica e di interrogazione dei dati sono state integrate con librerie di funzioni di ricerca effettuabili per comune, per località, per strade e per toponimi, nonché per estremi catastali.

Inoltre è stata inserita una funzione di stampa in modo da consentire la produzione di cartografia in scala e nei formati pagina A4 e A3.

7. CONCLUSIONI

I rilievi delle aree forestali percorse dal fuoco, effettuati con attrezzature GPS di fascia alta, hanno restituito dati attendibili. Tale valutazione è scaturita basandosi sui “punti noti” e confrontando i rispettivi valori di coordinate X,Y

indicati nella Cartografia Tecnica Regionale con quelli registrati e corretti in modalità differenziale. Il rilievo simultaneo effettuato con strumentazione GPS speditiva ha restituito, anche se in ordine più contenuto, risultati interessanti. Ciononostante la realizzazione del Catasto delle aree forestali percorse dal fuoco, approntato dai Comuni, ha evidenziato una grande disparità tra le diverse amministrazioni comunali in merito alla disponibilità o meno di software e personale in grado di elaborare e gestire i dati cartografici informatizzati.

8. RINGRAZIAMENTI

Gli autori intendono ringraziare il personale del Corpo Forestale dello Stato nelle persone di: Vice revisore Valerio Docci; Vice Sovrintendente Claudio Fantazzini; Assistenti: Eugenio Girometti e Alberto Murgia; Assistenti Capo: Renzo Sarti e Augusto Vivoli per aver collaborato in modo determinante, con entusiasmo e professionalità alle diverse fasi del presente lavoro.

Tipologia della superficie interessata	Superficie percorsa dal fuoco (ha)	Superficie media per incendio (ha)	Percentuale della superficie percorsa dal fuoco (%)
Area Forestale	204.60.00	01.36.40	56,6
Altro uso del suolo	156.70.00	01.04.47	43,4
Superficie totale incendi boschivi	361.30.00	02.40.87	100

Tabella 1. Schema riassuntivo degli incendi boschivi verificatisi nel periodo 2003-2007.

Descrizione parametro	Valore di impostazione
PDOP base	8
PDOP ricevitore mobile	8
SNR base	
SNR rover	6
Maschera di Elevazione base	12°
Maschera di Elevazione ricevitore mobile	15°
Intervallo di acquisizione base	1 posizione ogni 3 sec
Intervallo di acquisizione ricevitore mobile	1 posizione/sec per rilievi dinamici
Intervallo di acquisizione ricevitore mobile	1 posizione ogni 3 sec per rilievi statici
N° posizioni per rilievi statici ricevitore mobile	40

Tabella 2. Dati di impostazione strumentale e di rilievo.

Denominazione Area	Data incendio	Tipologia di soprassuolo	Governo e forma di trattamento	Prima specie	Seconda specie	Area (ha)
Gaggio Montano – Liberaccio -	03/03/2008	Boschi radi o degradati	Non governato	Roverella	X	00.20.72
Gaggio Montano – Cerè -	22/02/2008	Boschi radi o degradati	Ceduo matricinato	Roverella	Carpino nero	00.67.68
San Benedetto Val di Sambro-Sanibolana -	14/03/2008	Boschi radi o degradati	Ceduo matricinato invecchiato	Cerro	Pioppo nero	00.18.06
San Benedetto Val di Sambro-Tre Fasci -	07/04/2008	Castagneto da frutto	Fustaia	Castagno	X	01.34.14
Pianoro	31/07/2008	Lande e cespuglieti	Non governato	Prugnolo	Rosa canina	15.78.80
TOTALE						18.19.40
MEDIA						03.63.88

Tabella 3. Caratteristiche stazionarie delle aree sulle quali sono stati effettuati i rilievi comparati.

Denominazione Area	Data incendio	Scostamento (m)
Gaggio Montano – Liberaccio -	03/03/2008	3,3
Gaggio Montano – Cerè -	22/02/2008	9,1
San Benedetto Val di Sambro – Sanibolana -	14/03/2008	9,9
San Benedetto Val di Sambro – Tre Fasci -	07/04/2008	0,9
Pianoro	31/07/2008	6,1
MEDIA		5,9

Tabella 4. Scostamento tra le coordinate rilevate con le due strumentazioni in prossimità di infrastrutture.

Denominazione Area	Data incendio	Punti di controllo (n)	Scostamento medio (m)
Gaggio Montano – Liberaccio -	03/03/2008	9	2,0
Gaggio Montano – Cerè -	22/02/2008	14	3,1
San Benedetto Val di Sambro – Sanibolana -	14/03/2008	7	5,3
San Benedetto Val di Sambro – Tre Fasci -	07/04/2008	23	2,4
Pianoro	31/07/2008	27	2,6

Tabella 5. Scostamento tra le coordinate rilevate con le due strumentazioni nella delimitazione degli incendi boschivi.

SUMMARY

FOREST AREAS COVERED BY FIRE: A HYPOTHESIS FOR SURVEY

The Province of Bologna has a forest map which, as well as defining vegetation sites, gives even information concerning areas covered by fire. The National Forest Service (Corpo Forestale dello Stato) has located these areas using high-end receiver GPS. This paper deals with survey methods for areas covered by fire and with reliable results achievable by means the correlation between the collected data and the equipment setting parameters. All data have been verified by a post-processed differential correction.

As a result comparing these areas with the cadastral ones, according to the Law 353/2000, Municipalities have the chance to locate and bind the areas covered by fire.

Moreover all these data have been implemented in the Territorial Information System of the Province and they can be even consulted on the web. Finally simultaneous measurements have been made with different GPS equipments on the same forest fires, they turn out to have deviations varying between two and five metres.

RÉSUMÉ

DOMAINES FORESTIERS COUVERTS PAR LE FEU: UN CAS POUR LES IDENTIFIER

La Province de Bologne est pourvue d'une carte des forêts contenant la définition de la végétation des sites et, en plus, des informations concernant les domaines couverts par le feu. Le Service National des Forêts (Corpo Forestale dello Stato) a localisé ces zones grâce à un récepteur GPS de haut gamme. Cet article traite des méthodes d'enquête dans les domaines atteints par le feu qui ont abouti à des résultats fiables, réalisables par la corrélation entre les données collectées et l'équipement paramètres. Toutes les

données ont été vérifiées par un post-traitement de correction différentielle. À fin de comparer ces domaines avec la mensuration officielle, conformément à la Loi 353/2000, les Municipalités ont la possibilité de localiser et de lier les sites atteints par le feu.

En outre, toutes ces données ont été mises en œuvre dans le Système d'Information Territorial de la province et ils peuvent même être consultées sur le Web. Enfin des mesures simultanées ont été prises avec différents équipements GPS sur les incendies mêmes de forêt, qui s'avèrent avoir des écarts variables entre deux et cinq mètres.

BIBLIOGRAFIA

- Floris A., Cutrone A., Scrinzi G., 1996 - *Influenza della copertura arborea su precisione ed efficienza dei rilievi GPS* - Monti e Boschi n° 5 Anno 1996 - pagg 6-14.
- Scrinzi G., Floris A., Picci M., 2000 - *GPS e inventari forestali: posizionamento e ritrovamento di precisione di punti di campionamento in bosco*. Comunicazioni di ricerca dell'ISAFSA 99/1, Trento.
- Scrinzi G., Floris A., 2000 - *Nuove prospettive di GPS nei rilievi forestali dopo la disattivazione della Selective Availability*. Sherwood - Foreste ed alberi oggi 6 (9) n 60.
- Scrinzi G., Floris A., Galvagni D. Marzullo L., 2003 - *Un metodo di valutazione della precisione di ricevitori GPS, o di metodi di posizionamento, nei rilievi forestali*. Linea Ecologica / EM, XXXV.
- Cutrone A., Mondini M. Sabbadini R., 2003 - *Piano Regionale di Sviluppo Rurale Misura 2.t - Tutela dell'ambiente in relazione alla selvicoltura - Progetto per la realizzazione di banche dati di interesse forestale*.
- Cutrone A., Govoni P. Dagna F. Papace A., 2004 - *La carta forestale della Provincia di Bologna*. Cartographica n°10, pagg.21-24.
- Trimble Navigation Limited, 2004 - *Pathfinder® Systems User Guide*.
- GARMIN Ltd., 2005 - *GPSMAP® 76CSx - Manuale d'uso*.

FORMAZIONE E INFORMAZIONE NELLA GESTIONE E NELLA TUTELA FORESTALE

(*) D.R.E.A.M. Italia, Poppi, Arezzo

Le politiche di sviluppo rurale e regionale della Comunità europea, le politiche nazionali e regionali di settore incentivano le attività di formazione e di informazione necessarie alla diffusione di conoscenze normative e tecniche nonché di capacità operative in linea con l'evoluzione e la specializzazione della selvicoltura. Queste attività rappresentano quindi un obiettivo ed un'opportunità sia per il sostegno e lo sviluppo economico ed occupazionale sia per la realizzazione di attività forestali secondo i criteri fissati per la gestione sostenibile.

La formazione, l'informazione e l'addestramento costituiscono inoltre attività obbligatorie per legge ai fini della sicurezza sui luoghi di lavoro e nel settore forestale si individuano attività ad alto rischio per gli addetti principalmente nelle operazioni di taglio e di esbosco del legname con mezzi meccanici nonché nella lotta attiva agli incendi boschivi.

Si riportano in particolare le esperienze condotte in varie regioni nel settore della formazione degli operatori addetti alla lotta agli incendi boschivi esaminando i metodi formativi adottati, i supporti didattici impiegati, nonché i criteri per la valutazione dei risultati formativi e per la certificazione del risultato in rapporto agli obblighi in tema di sicurezza sui luoghi di lavoro.

Parole chiave: foreste, formazione, sicurezza, lavoro, antincendio.

Key words: forests, training, safety, work, forest fire-fighting.

Mots clés: forêts, formation, sécurité, travail, lutte contre l'incendie des forêts.

L'informazione e la formazione sono un presupposto per la razionale gestione dell'attività forestale; per delinearne il ruolo si possono considerare diversi livelli cui le stesse sono funzionali: la sicurezza degli operatori sui luoghi di lavoro, la tutela degli interessi pubblici, l'efficienza e l'efficacia delle attività di gestione e di tutela delle foreste dalle avversità, con particolare riferimento alla difesa dagli incendi.

In questi ambiti l'informazione e la formazione sono in grado di assolvere ai principi ed agli obblighi in materia di prevenzione degli infortuni e di presiedere alla qualificazione professionale degli operatori del settore con la diffusione delle conoscenze normative e tecniche nonché delle capacità operative necessarie a introdurre nella gestione criteri di efficienza e di efficacia ma anche a garantire la corretta applicazione delle norme di tutela, prevenendo le violazioni ed i conseguenti danni.

Questi temi, attinenti alla valorizzazione delle risorse umane, fanno parte degli obiettivi della politica di sviluppo rurale della Comunità europea la quale ritiene infatti che l'evoluzione e la specializzazione dell'agricoltura e della silvicoltura richiedano un adeguato livello di formazione tecnica ed economica, comprendente conoscenze specialistiche nelle nuove tecnologie dell'informazione, nonché un'adeguata sensibilizzazione in materia di qualità dei prodotti, risultati della ricerca e gestione sostenibile delle risorse naturali, compresi i requisiti di condizionalità e le pratiche produttive compatibili con le esigenze di salvaguardia e valorizzazione del paesaggio e di protezione dell'ambiente.

Ciò in un quadro di politica comunitaria che riconosce la silvicoltura come parte integrante dello sviluppo rurale e dichiara meritevoli di sostegno la gestione sostenibile delle foreste ed il loro ruolo multifunzionale cioè sia economico, per la produzione di materie prime da cui si ricavano prodotti rinnovabili ed ecocompatibili, sia ambientale, in termini di biodiversità, ciclo globale del carbonio, equilibrio

idrologico, difesa contro l'erosione e prevenzione di calamità naturali, oltre a rendere alla popolazione un servizio sociale e ricreativo.

La Comunità europea ha così predisposto con il Regolamento (CE) n. 1698/2005 apposite misure al fine di estendere a favore di tutti coloro che esercitano attività agricole, alimentari e forestali l'offerta di attività di formazione, di informazione e di diffusione di conoscenze, inerenti materie che si riferiscono sia all'obiettivo «competitività del settore agricolo e forestale» sia a quello «gestione del territorio e ambiente», in linea con le priorità politiche menzionate nelle conclusioni dei Consigli europei di Lisbona e Göteborg in relazione alla competitività e allo sviluppo sostenibile.

Peraltro la Comunità europea attraverso il «Fondo sociale europeo», di cui al Regolamento (CE) n. 1081/2006, prevede azioni di valorizzazione delle risorse umane con misure di informazione e formazione da attuare nell'ambito degli obiettivi «Convergenza» e «Competitività regionale e occupazione» fissati dal Regolamento (CE) n. 1083/2006 per la politica di sviluppo regionale.

Le linee di politica ed i provvedimenti comunitari per lo sviluppo rurale e regionale trovano specificazione negli appositi strumenti di programmazione nazionale, rispettivamente nel Piano Strategico Nazionale (PSN) e nel Quadro Strategico Nazionale (QSN), e vengono attuati attraverso gli appositi piani regionali cioè i Piani di Sviluppo Rurale (PSR) ed i Piani Operativi Regionali (POR) che comprendono misure inerenti la formazione e l'informazione in relazione alle peculiari condizioni strutturali del settore ed alle specifiche esigenze locali.

Nell'ambito delle politiche di settore, formazione ed informazione rappresentano quindi un obiettivo ed un'opportunità sia per il sostegno e lo sviluppo economico ed occupazionale sia per la realizzazione di attività forestali in linea con i criteri fissati per la gestione sostenibile.

La formazione può diventare un obbligo quando ciò sia previsto dalla legislazione regionale ai fini dell'abilitazione, per le imprese o per i singoli operatori forestali, ad eseguire le operazioni di taglio boschivo; ciò ai fini di prevenire danni ai boschi verificando e/o formando preliminarmente i necessari livelli di conoscenza delle norme di tutela forestale e delle corrette tecniche selvicolturali.

Passando ad esaminare l'importante tema della sicurezza nei luoghi di lavoro si evidenzia invece che formazione ed informazione non costituiscono più un'opportunità bensì sicuramente un obbligo, come indicato chiaramente dalla vigente legislazione in materia, in particolare dal decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81.

Il suddetto decreto legislativo introduce una definizione assai ampia di "lavoratore", cioè del soggetto sottoposto alla tutela di legge, considerando tale ad esempio anche il volontario della protezione civile, il socio lavoratore di cooperative e società nonché l'allievo degli istituti di istruzione ed universitari e il partecipante ai corsi di formazione professionale nei quali si faccia uso di laboratori e attrezzature di lavoro in genere.

La normativa richiamata inserisce le attività di informazione, formazione e addestramento tra le misure generali di tutela da applicare non solo ai lavoratori bensì a tutti i soggetti facenti parte del sistema di sicurezza (dirigenti, preposti, rappresentanti dei lavoratori, lavoratori) con l'obbligo anche di individuare le mansioni che eventualmente espongono i lavoratori a rischi specifici che richiedono una riconosciuta capacità professionale, specifica esperienza, adeguata formazione e addestramento.

Di tali attività il decreto legislativo n.81/2008 fornisce anche precise definizioni al fine di individuarne scopi ed ambiti di applicazione:

- L'informazione è la misura che ha carattere più generale, essendo destinata a fornire conoscenze utili all'identificazione, alla riduzione ed alla gestione dei rischi in ambiente di lavoro, al di là dei compiti e delle specifiche mansioni svolti; le specifiche ed i contenuti di questa attività sono indicati dall'art.36.

- La formazione è invece un'attività più specifica, trattandosi di un processo educativo attraverso il quale si trasferisce ai lavoratori ed agli altri soggetti del sistema di prevenzione e protezione aziendale conoscenze e procedure utili alla acquisizione di competenze per lo svolgimento in sicurezza dei rispettivi compiti in azienda e alla identificazione, alla riduzione e alla gestione dei rischi; l'art. 37 fornisce le disposizioni specifiche in materia di formazione.

- L'addestramento è, infine, un'attività strettamente mirata a fare apprendere ai lavoratori l'uso corretto di attrezzature, macchine, impianti, sostanze, dispositivi, anche di protezione individuale, e le procedure di lavoro; questa attività, pur compresa nell'informazione e nella formazione, è disciplinata specificamente dall'art. 73.

L'art. 30 del D. Lgs. n.81/2008 prevede in particolare che "...il modello di organizzazione e di gestione idoneo ad avere efficacia esimente della responsabilità amministrativa delle persone giuridiche, delle società e delle associazioni anche prive di personalità giuridica di cui al decreto legislativo 8 giugno 2001, n. 231...", deve essere adottato ed efficacemente attuato, assicurando un sistema aziendale per l'adempimento di tutti gli obblighi giuridici relativi, tra

l'altro, alle attività di informazione e formazione dei lavoratori, la cui carenza è inoltre indicata tra le violazioni gravi ai fini dell'adozione del provvedimento di sospensione dell'attività imprenditoriale.

Peraltro, anche la precedente disciplina in materia di sicurezza sui luoghi di lavoro, dettata principalmente dal decreto legislativo 19 settembre 1994, n. 626, prevedeva simili obblighi ed adempimenti in materia di informazione e di formazione.

Esaminando le peculiarità del settore forestale si può rilevare come vi si svolgano attività classificabili ad alto rischio per gli addetti. Tra queste, in particolare le attività:

- di taglio e di esbosco del legname con mezzi meccanici (abbattimento alberi, sramatura, sezionatura ed allestimento con la motosega, esbosco del legname con verricello e trattore, spaccatura della legna con la spaccalegna, taglio della legna da ardere con sega circolare, sminuzzatura/cippatura ramaglia);

- di lotta attiva agli incendi boschivi (attacco diretto da terra con vari strumenti, attrezzature e automezzi, attacco diretto con l'ausilio di velivoli, attacco indiretto, bonifica).

D.R.E.A.M., Italia opera da molti anni, con gli standard UNI EN ISO 9001, come agenzia formativa accreditata e specializzata nel settore forestale. Particolare impegno è stato riposto nella formazione nel settore dell'antincendio boschivo dove, in proprio o in collaborazione con altri soggetti pubblici e privati, sono stati predisposti e realizzati dal 1991, ma con maggior frequenza a partire dal 2000, numerosi progetti che hanno consentito lo svolgimento di ben 1159 corsi destinati a 28.387 allievi, rappresentati da personale di varie mansioni e qualifiche, sia dipendente da regioni ed enti locali, sia appartenente ad associazioni del volontariato ed impiegato dalla regione ai sensi dell'art. 7 della legge 21 novembre 2000, n. 353, "Legge - quadro in materia di incendi boschivi". Nella Tabella 1, si riassumono i dati numerici dei corsi e degli addetti formati.

I corsi si sono tenuti in ben 13 regioni e la maggiore attività si è concentrata nelle Regioni Piemonte, Toscana, Sardegna, Friuli Venezia Giulia, Sicilia e Marche come evidenziato nella figura 1.

La progettazione e lo svolgimento di un così elevato numero di corsi e la sperimentazione di diverse tecniche didattiche ha consentito di valutare sia la rispondenza delle metodologie sia i risultati formativi in rapporto alle specifiche esigenze del settore antincendio.

La formazione nel settore antincendio boschivo deve porsi il duplice obiettivo di elevare le capacità operative del sistema, cioè di ottenere il più razionale ed efficace impiego delle risorse umane e strumentali disponibili, e di contribuire in modo significativo alla creazione delle condizioni di sicurezza necessarie a prevenire i gravi rischi di infortunio e di morte connessi all'attività di estinzione degli incendi stessi.

Si deve rilevare anzitutto come quella dell'antincendi boschivi è un'organizzazione che si caratterizza da un lato per l'esigenza di dover operare spesso in condizioni di urgenza, emergenza ed alto rischio, e dall'altro per la propria complessità, derivante da un elevato numero di addetti e di livelli di coordinamento e comando. Inoltre, si verifica spesso il caso in cui gli addetti ed i livelli di coordinamento e comando appartengono a strutture diverse, visto che nella lotta attiva agli incendi boschivi intervengono forze dello

Stato, delle Regioni, degli Enti locali, del volontariato, nonché mezzi specialistici, come quelli aerei, appartenenti in gran parte a società di lavoro aereo, o da queste gestiti.

Tali peculiarità del settore mettono in evidenza come non si possano prendere a riferimento le conoscenze ed i fabbisogni formativi per i singoli operatori, o per le diverse mansioni o strutture, e come sia invece necessario considerare un unico sistema operativo in cui l'attività di formazione può garantire efficacia e sicurezza con la diffusione di conoscenze omogenee e di reciproche capacità di coordinamento pur curando la specifica professionalità a tutti i livelli operativi e della catena di comando.

L'efficacia operativa e la sicurezza del singolo sono quindi legate all'efficienza complessiva e si deve pertanto mirare ad un sistema in cui tutti gli operatori aventi diverse qualifiche e mansioni siano in grado di poter interagire tra loro nel rispetto di procedure e di principi omogenei acquisiti in sede di formazione. A questo fine è necessario fornire a ciascun operatore un'adeguata informazione su tutte le attività ed i rischi connessi all'attività antincendio nonché formazione ed addestramento specifici per le attività ed i rischi connessi direttamente alle proprie mansioni.

Si ritiene pertanto, sulla base delle esperienze maturate, che in questo settore si debba operare prioritariamente attraverso progetti in grado di esprimere i diversi e specifici livelli formativi per ogni qualifica e mansione attraverso un sistema modulare che garantisca omogeneità nei riferimenti tecnico-operativi, nei linguaggi e nelle procedure operative e di sicurezza adottate.

Questi sono i criteri adottati nelle principali regioni dove si sono sviluppate le attività formative. In particolare si deve però citare l'esempio della Regione Toscana dove l'attività formativa oltre a svilupparsi attraverso un programma didattico organico trova anche un'apposita sede dedicata.

Fin dal 1991 la Regione Toscana ha realizzato un primo centro di formazione e addestramento antincendio con sede in località Pentolina in Comune di Chiusdino (SI), presso cui D.R.E.AM.-Italia ha, fin dal primo anno, organizzato la specifica attività didattica. Nell'aprile del 2007 è stato poi inaugurato il nuovo Centro regionale di formazione e addestramento antincendio della Regione Toscana "La Pineta", in comune di Monticiano in provincia di Siena (foto 1) che presenta più ampi e moderni spazi recettivi e per l'attività didattica.

Per il nuovo centro regionale la Regione Toscana ha previsto con apposito bando pubblico l'affidamento della gestione in "Global service" (comprensiva cioè di tutte le attività di servizio, quali ristorazione e ricettività, manutenzione, organizzazione e gestione corsi, etc.) di cui è risultato aggiudicatario un raggruppamento di imprese di cui fa parte anche D.R.E.AM. Italia, che cura in particolare l'organizzazione e la gestione dei corsi, naturalmente in base alla programmazione e sotto la supervisione della Regione Toscana.

La presenza di una struttura dedicata, sia fisica che di servizio, rende naturalmente ancora più organico il progetto formativo in quanto permette anzitutto di svolgere presso la stessa sede le esercitazioni pratiche, anche di elitransporto e di elicooperazione, senza problemi di trasferimento e di articolazione di orari tra aula e attività esterne. Inoltre la gestione del Centro consente, in accordo con il competente servizio

della Regione, di verificare costantemente l'andamento dell'attività didattica, di programmare i richiami di aggiornamento ed i passaggi di livello, di costruire con gli allievi un rapporto successivo ai corsi in grado di verificare l'effettiva formazione acquisita e gli ulteriori fabbisogni formativi, di aprire un interscambio di esperienze e di materiale utile al costante miglioramento della didattica.

Tornando ad esaminare più in generale l'attività svolta in questo settore, si evidenziano le modalità ed i supporti didattici sperimentati.

Oltre alla formazione frontale tenuta da vari docenti con l'ausilio di supporti didattici tradizionali (presentazioni, illustrazioni, testi) si è sperimentato con successo l'impiego di supporti multimediali. Con questo metodo un docente in aula si avvale dell'ausilio di filmati in cui vengono illustrati specifici argomenti, spesso afferenti a diverse materie, attraverso l'intervento di uno o più docenti a distanza nonché di riprese, foto, presentazioni, etc.

In molti casi, l'uso di supporti multimediali consente di dare maggiore completezza, omogeneità ed efficacia alla formazione, anche per la possibilità di integrare argomenti afferenti a discipline diverse secondo una sequenza logica favorevole all'apprendimento.

In particolare l'impiego di tali supporti multimediali si è dimostrato di notevole interesse quando la formazione assume la veste di formazione obbligatoria ai fini della sicurezza sui luoghi di lavoro. In questi casi, infatti, il metodo consente di assicurare che per ciascun addetto, indipendentemente dal diverso corso o docente assegnato, siano trattati con lo stesso livello di approfondimento tutti gli argomenti valutati in via preliminare come necessari all'informazione, alla specifica formazione in rapporto alle mansioni svolte nonché all'addestramento per l'impiego di eventuali macchine ed attrezzature.

L'impiego di moduli multimediali consente inoltre, sempre in tema di formazione obbligatoria ai fini della sicurezza sui luoghi di lavoro, di poter certificare oggettivamente gli argomenti effettivamente svolti nel corso. A tale riguardo si deve però rilevare che è di ancora maggiore importanza la possibilità di certificare l'effettivo apprendimento di ciascun allievo.

Si sono sperimentati sistemi di valutazione dell'apprendimento non solo finale, bensì in itinere, per moduli, mediante gruppi di domande a risposta multipla, gestita con trasmissione wireless e l'ausilio di supporti informatici. Con tale metodo, per la prosecuzione del corso il programma didattico richiede il raggiungimento di specifiche percentuali minime di apprendimento, che per argomenti chiave relativi alla sicurezza sono pari anche al 100%.

Vale la pena sottolineare che un'adeguata certificazione dell'attività formativa, e dei risultati dalla stessa conseguiti, è di grande importanza per i soggetti obbligati, che possono attraverso la stessa dimostrare di aver assolto agli obblighi giuridici in tema di informazione e di formazione.

Nel corso degli ultimi anni l'impiego dei supporti multimediali, che resta di grande validità per i temi connessi alla sicurezza, è stato sempre più integrato con docenza frontale tradizionale, con esercitazioni pratiche e con formazione a distanza (e-learning) per far fronte a specifiche esigenze connesse soprattutto alla formazione dei livelli intermedi e superiori.

Attualmente si stanno mettendo a punto ulteriori proce-

ture e supporti al fine di ottimizzare al massimo l'impiego integrato delle diverse metodologie didattiche con particolare riferimento alla valorizzazione della formazione a di-

stanza (e-learning) e degli "step" di valutazione ai fini della personalizzazione e dell'adeguamento della didattica.

VALORE	TIPOLOGIA DEI CORSI PER ADDETTI AL SERVIZIO ANTINCENDI BOSCHIVI										
	I livello A	I livello B	I livello A + B	II livello	Richiamo	Capisquadra	Tecnici	Responsabili/ Ad- detti Sala Operati- va	Diretori Opera- zioni Spegnimento	Investigazioni AIB	TOTALI
Corsi n°	720	148	74	70	40	32	37	11	26	1	1.159
Addetti formati n°	18.923	4.126	1.246	1.368	832	891	395	185	408	13	28.387

Tabella 1. Corsi di formazione nel settore antincendi boschivi realizzati da D.R.E.A.M. Italia, direttamente e con altri operatori. Ripartizione per livello e tipologia di corsi.

Table 1. Training courses in the field of forest fire-fighting carried out by D.R.E.A.M. Italia, both on their own and together with other persons in charge. Division by level and typology of courses.

Tableau 1. Cours de formation dans le domaine de la lutte contre l'incendie des forêts réalisés par D.R.E.A.M Italia, directement et avec d'autres professionnels. Division par niveau et typologie de cours.

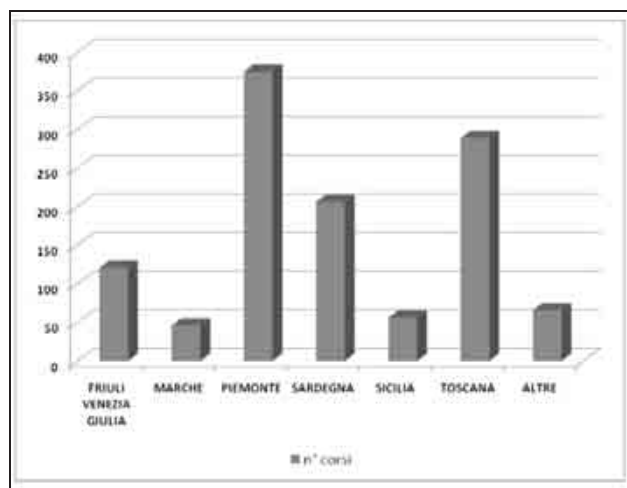


Figura 1. Corsi di formazione nel settore antincendi boschivi realizzati da D.R.E.A.M. Italia, direttamente e con altri operatori. Ripartizione per regioni.

Figure 1. Training courses in the field forest fire-fighting carried out by D.R.E.A.M. Italia, both on their own and together with other persons in charge. Division by regions.

Figure 1. Cours de formation dans le domaine de la lutte contre l'incendie des forêts réalisés par D.R.E.A.M. Italia, directement et avec d'autres professionnels. Division par régions.

SUMMARY

TRAINING AND INFORMATION IN FOREST MANAGEMENT AND PROTECTION

Rural and regional policies implemented by the European Community, national and regional policies carried out in this field promote both training and information activities which are required to spread know-how and knowledge provided for by law; and the skills needed to implement these activities, following evolution and specialisation of forestry. Thus these activities are regarded as a goal and an opportunity to support and develop economy and employment, on the one hand; and



Foto 1. Il Centro regionale di formazione e addestramento antincendio della Regione Toscana "La Pineta", in comune di Monticiano (SI).

Photo 1. La Pineta, the Regional Centre of training against forest fires run by the Tuscany Region, located in the municipality of Monticiano (SI).

Photo 1. "La Pineta" Centre regional de formation dans le domaine de la lutte contre l'incendie des forêts, dans la municipalité de Monticiano (SI).

on the other, to carry out forest activities on the basis of the criteria established for sustainable forest management. Moreover, training and information are provided for as mandatory by law with regard to safety at work, and in the forest sector a number of activities are considered to be high-risk activities for the workers concerned, especially when cutting and hauling timber by mechanical means, and when fighting forest fires. Particular attention is here paid to experiences carried out in training workers dealing with forest fires, taking into consideration the training methods which were selected, the teaching aids used, as well as the criteria set to certificate these results with regard to obligations provided for in the field of safety at work.

RÉSUMÉ

FORMATION ET INFORMATION DANS LA GESTION ET PROTECTION FORESTIERE

Les politiques de développement rural et régional de la Communauté Européenne, les politiques nationales et régionales réalisées dans ce secteur, encouragent les activités de formation et d'information nécessaires pour la diffusion des connaissances et des techniques prévues par la loi, tout comme la capacité de réaliser ces activités sur la base de l'évolution et de la spécialisation de la sylviculture. C'est pour cette raison que ces activités constituent un objectif et une opportunité pour le soutien et le développement économique, d'une part; et pour la réalisation d'activités forestières d'après les critères établis pour une gestion soutenable, de l'autre.

En plus, la formation, l'information, les activités pratiques de formation constituent des obligations prévues par la loi dans le domaine de la sécurité au travail, et dans le secteur forestier il existe des activités ayant un risque élevé pour les travailleurs chargés spécialement des opérations de coupe et débardage du bois par des moyens mécaniques, tout comme de la lutte contre les incendies des forêts.

En particulier, ici l'on souligne les expériences qui ont été réalisées dans les différentes régions dans le domaine de la formation des personnes s'occupant de la lutte contre les incendies des forêts, en analysant les méthodes de formation qui ont été choisies, les aides didactiques qui ont été mises en oeuvre, tout comme les critères utilisés pour l'évaluation des résultats de la formation et pour la certification du résultat par rapport aux obligations dans le domaine de la sécurité au travail.

MAPPATURA DELLE AREE PERCORSE DAL FUOCO NEI PARCHI NAZIONALI MEDIANTE L'UTILIZZO DI IMMAGINI SATELLITARI

(*) Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Direzione per la Protezione della Natura, Roma

(**) Istituto per il Rilevamento Elettromagnetico dell'Ambiente, CNR, Milano

L'obiettivo di questo lavoro è la creazione di una base dati geografica delle aree percorse dal fuoco nei Parchi Nazionali nel quinquennio 2001-2005 utilizzando le immagini da satellite. Sono state acquisite ed analizzate circa 500 immagini Terra-ASTER (NASA) e una ventina di immagini SPOT, che hanno una risoluzione spettrale e geometrica adeguata allo studio degli incendi boschivi. L'elaborazione delle immagini è stata realizzata sia mediante fotointerpretazione, sia con soglie multiple di trasformate spettrali (NBR e BAI), sia con tecniche di classificazione automatica. Nel periodo esaminato, i Parchi Nazionali più colpiti sono risultati Cilento e Pollino, che da soli contano quasi la metà degli incendi cartografati, il cui totale dal 2001 al 2005 è di circa 5.000 ha con una dimensione media di 7,7 ha. Oltre alla validazione con tecniche statistiche classiche, il confronto di questi risultati con i dati resi disponibili dal CFS (schede AIB/FN e poligoni GPS) ha provato la validità dei rilievi da satellite, ma soprattutto ha messo in evidenza l'opportunità di integrare i due approcci, fortemente complementari, per un monitoraggio efficiente degli incendi boschivi.

Parole chiave: incendi boschivi, aree bruciate, Parchi Nazionali, immagini ASTER, indici spettrali.

Key words: forest fires, burned areas, National Parks, ASTER images, spectral indices.

Mots clés: feux de forêt, superficies incendiées, Parcs Nationaux, images ASTER, indices spectrales.

1. INTRODUZIONE

Ogni anno in Italia gli incendi provocano enormi danni al patrimonio forestale; nel 2007, anno particolarmente negativo, si sono registrati 10.614 incendi che hanno percorso una superficie di 225.563 ettari, di cui 115.242 boscati (CFS, 2008). I danni maggiori per l'ecosistema si hanno quando il fuoco colpisce aree di elevata valenza naturalistica quali le aree protette. La percentuale di superficie protetta annualmente bruciata tende ad aumentare e nel 2007 nei soli parchi nazionali è stata particolarmente rilevante: oltre l'11% sul totale, pari al 2% del corrispondente territorio protetto. La legge quadro sugli incendi boschivi (L. 21 novembre 2000, n. 353) prevede per le aree protette statali una pianificazione antincendi boschivi (AIB) a cura del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) su proposta degli Enti gestori, per la quale il rilievo cartografico delle aree percorse dal fuoco riveste un ruolo fondamentale. La Direzione Protezione Natura (DPN-MATTM) ha promosso e finanziato un progetto realizzato da CNR-IREA per mappare le aree percorse dal fuoco nei Parchi Nazionali nel quinquennio 2001-2005, mediante le immagini da satellite.

Il telerilevamento da satellite, già strumento insostituibile nello studio e monitoraggio degli incendi a scala globale o continentale, può fornire alla scala nazionale o regionale un prezioso contributo nella lotta contro gli incendi. Le immagini da satellite vengono utilizzate sia per l'individuazione degli incendi nella loro fase attiva ("active fires") sia per lo studio degli effetti degli incendi, in particolare per la delimitazione delle aree percorse dal fuoco. Mentre gli "active fires" sono studiati da satelliti e sensori con le bande nell'infrarosso

(IR) medio (MIR) e termico (TIR) e un'alta frequenza temporale a discapito della risoluzione spaziale (Flasse e Ceccato, 1996; Brivio e Grégoire, 1997), le superfici bruciate vengono studiate usando le bande spettrali del visibile, infrarosso vicino (NIR) e ad onde corte (SWIR) con sensori a varia risoluzione spaziale (Tansey *et al.*, 2004; Roy *et al.*, 2005; Mitri and Gitas, 2004, Smith *et al.*, 2007).

In questo progetto sono state utilizzate immagini Terra-ASTER e SPOT, che grazie alle loro caratteristiche spettrali e di risoluzione spaziale (15-20 metri) consentono il rilievo di superfici anche dell'ordine dell'ettaro. I metodi di elaborazione utilizzati, sono stati sperimentati in una fase preliminare su un'area campione della Sardegna (Zaffaroni *et al.*, 2007).

2. DATI E METODI

2.1 I Parchi Nazionali

Si sono considerati 21 Parchi Nazionali: Gran Paradiso, Val Grande, Stelvio, Dolomiti Bellunesi, Cinque Terre, Appennino Tosco-Emiliano, Foreste Casentinesi, Arcipelago Toscano, Asinara, Arcipelago di La Maddalena, Monti Sibillini, Gran Sasso e Monti della Laga, Majella, Abruzzo Lazio e Molise, Gargano, Circeo, Vesuvio, Cilento, Pollino, Sila e Aspromonte.

Il regime stagionale degli incendi varia in funzione della latitudine, infatti nei Parchi del Nord Italia si registra una maggiore frequenza di incendi nel periodo inverno-primavera, mentre i Parchi del Centro-Sud sono colpiti soprattutto durante l'estate; tra questi, in base ai dati del Ministero dell'Ambiente (Petrucci, 2007), i Parchi Pollino, Cilento, Gargano e Aspromonte presentano le maggiori superfici percorse dal fuoco.

2.2 Le immagini satellitari ASTER e SPOT

Le immagini del sensore ASTER sono state acquisite dal servizio EOS Data Gateway della NASA (<http://edcimswww.cr.usgs.gov/pub/imswelcom>) grazie al supporto del Department of Geography, University of Maryland. In particolare, è stato scelto il prodotto "AST07- ASTER On-Demand L2 Surface Reflectance", che fornisce la riflettanza al suolo dei sensori VNIR (bande 1-3) e SWIR (bande 4-9) corrette per l'effetto atmosferico (Tab. 1). Ogni immagine copre un'area di 60x60 km in proiezione UTM-WGS84; per sfruttare al meglio la risoluzione geometrica delle prime 3 bande, le bande SWIR sono state ricampionate a 15 metri.

Un numero limitato di immagini SPOT sono state acquisite sui Parchi Aspromonte, Cilento, Gargano e Pollino per integrare i dati del 2005, grazie al programma OASIS (Optimising Access to Spot Infrastructure for Science); per alcune di esse è stata applicata una correzione geometrica usando come riferimento le scene ASTER.

Per ogni Parco è stato creato un database geografico delle immagini acquisite (circa 500 ASTER e 19 SPOT), con informazioni su data di acquisizione, copertura nuvolosa e percentuale di copertura del territorio del Parco (Tabella 1).

2.3 Metodi

Si sono utilizzati tre diversi metodi in funzione delle caratteristiche dell'immagine da analizzare:

a) fotointerpretazione: per scene con un numero esiguo di aree bruciate, tale da non richiedere l'elaborazione dell'intera immagine. Il rilievo visivo è stato eseguito su due diverse combinazioni RGB falso colore delle bande spettrali: 832 e 321 per ASTER e 432 e 321 per SPOT. Utilizzando la combinazione 832 per ASTER o 432 per SPOT (SWIR-NIR-RED, Fig. 1), si osserva in corrispondenza dell'area percorsa dal fuoco una diminuzione del segnale nel NIR ed un incremento nello SWIR, causata dalla scomparsa della vegetazione (Figura 1).

b) approccio di sogliatura di indici spettrali: applicato solo alle immagini ASTER con molte aree bruciate e scarsa presenza di ombre. I due indici spettrali Normalized Burned Ratio (NBR) (Key and Benson, 2002) e Burned Area Index (BAI) (Chuvieco et al, 2002) mettono in evidenza due diversi effetti del passaggio del fuoco: il primo è sensibile al danno provocato sulla vegetazione dal passaggio del fuoco e dopo l'incendio decresce, mentre il secondo rileva la deposizione dei resti della combustione e aumenta. I due indici sono stato calcolati in base alle seguenti formule:

$$NBR = \frac{(NIR - SWIR)}{(NIR + SWIR)}$$

$$BAI = \frac{1}{\sqrt{(0.1 - RED)^2 + (0.06 - NIR)^2}}$$

dove RED = riflettanza banda 2, NIR = riflettanza banda 3 e SWIR = riflettanza banda 8.

In una prima fase i due indici sono stati sogliaati con valori calibrati immagine per immagine; successivamente i risultati vengono fusi attraverso l'operatore logico AND, che produce una mappa binaria; i pixel classificati da entrambi assumono valore 1 (bruciato) e il resto

assume valore 0 (non bruciato). Questa operazione rende il metodo conservativo, ossia si preferisce ridurre "i falsi allarmi". Alla mappa binaria viene applicato un filtro mediano con finestra mobile 3x3 e le aree classificate come bruciato vengono vettorializzate, ottenendo così i perimetri delle aree percorse dal fuoco (Figura 2).

c) classificazione supervised Maximum Likelihood: applicata alle immagini con molte aree bruciate in cui la classe 'bruciato' presenta un'elevata confusione spettrale con altre classi, (tipicamente ombre e alcuni suoli), non risolvibile dal metodo semi-automatico. I pixel di training sono selezionati considerando 7 classi (bruciato, vegetazione, suolo nudo, urbanizzato, nuvole, ombra e acqua) con una numerosità di circa 150 pixel per classe. Nel processo decisionale di classificazione si sono utilizzate le bande 8,4,3,2 e gli indici NBR e BAI per le immagini ASTER, mentre per le SPOT sono state impiegate tutte le bande.

3. ANALISI DEI RISULTATI

3.1 Le aree percorse dal fuoco da satellite (APFS)

Il risultato finale del progetto consiste in un database vettoriale delle Aree Percorse dal Fuoco rilevate da Satellite (APFS) nei Parchi Nazionali per il periodo 2001-2005. In questo quinquennio è stata rilevata una superficie bruciata pari a 5038 ha per 652 eventi, con una dimensione media di 7.7 ettari per incendio; l'anno peggiore è stato il 2004 con 1441 ha, seguito dal 2001 (1182 ha) e dal 2003 (1172 ha). Il Parco in cui si è rilevata la maggiore superficie di aree bruciate è il Cilento con 1159 ha, seguito dal Pollino con 1150 ha, dall'Aspromonte con 785 ha e dal Gargano con 717 ha. Il primo Parco che non si trovi nel Sud Italia è quello dell'Arcipelago Toscano con 627 ha. (Tabella 2) (Figura 3).

Un'analisi statistica dei risultati mostra (Fig. 4) che il 50% delle aree percorse dal fuoco rilevate da satellite è composta da poligoni superiori ai 20 ettari, che corrispondono a meno del 10 % del numero di eventi totale. Invece un terzo del numero totale di eventi rientra nella classe di superficie inferiore ai 2 ettari, corrispondente al 6% della superficie bruciata totale. Questa distribuzione per classi di superficie e di numero di eventi è del tutto paragonabile a quanto descritto in letteratura dall'analisi delle serie storiche su tutto il territorio nazionale dal 1990 al 2000 (Blasi *et al.*, 2004) (Figura 4).

3.2 Valutazione dei risultati

Sono stati condotti diversi tipi di analisi volti a stimare l'accuratezza dei risultati. Il metodo degli indici NBR e BAI è stato valutato mediante un approccio statistico (Congalton, 1991) di confronto fra le mappe e dati di riferimento ottenuti dalla fotointerpretazione di venti immagini ASTER relative a Parchi e anni diversi. E' emersa una tendenza a sottostimare le superfici percorse dal fuoco (errore di omissione del 50 %), legata all'approccio conservativo adottato, tuttavia le aree riconosciute come bruciate corrispondono a verità con un buon livello di sicurezza (errore di omissione del 15 %).

Il risultato APFS è stato confrontato con due tipi di dataset forniti dal CFS: database Foglio Notizie Incendi

(AIB/FN) dal 2003 al 2005 e rilievi a terra in formato vettoriale per gli anni 2004 e 2005 sui Parchi Pollino, Gargano e Cilento. In entrambi i casi, considerando solo gli eventi potenzialmente rilevabili in base alla disponibilità delle immagini, si è osservato che si ha un numero maggiore di eventi e superfici rilevate da satellite rispetto ai dati CFS, tranne nel caso di poche immagini ASTER disponibili e con un'elevata copertura nuvolosa. In generale, i risultati da satellite permettono di localizzare le aree percorse da incendio e di delimitarne il perimetro con un'accuratezza che è funzione soprattutto del tempo trascorso tra la data dell'incendio e quella di acquisizione della scena satellitare.

Inoltre, per il P.N. del Pollino si è realizzata un'analisi dettagliata di confronto tra i dati vettoriali delle APFS e quelli GPS del CFS (per l'anno 2004 di sperimentazione), grazie ad una collaborazione fra CFS, DPN-MATTM e IREA-CNR. Una delle cause di discrepanza tra i due set di dati è l'imprecisione della georeferenziazione delle immagini da satellite o dei rilievi CFS eseguiti senza GPS. In generale questo confronto ha messo in evidenza la validità della perimetrazione degli incendi da immagini satellitari. Sul sito www.minambiente.it è riportato lo studio in dettaglio.

4. CONCLUSIONI

Le immagini satellitari ASTER e SPOT acquisite hanno permesso di delimitare le aree percorse dal fuoco nei Parchi Nazionali italiani per il periodo 2001-2005 verificando e consolidando una metodologia che sia

idonea a livello nazionale. Le superfici individuate sono pari a circa 5.000 ha in corrispondenza di 650 eventi, con una dimensione media di 7.7 ha per incendio. Il risultato finale del progetto è costituito da un database vettoriale, con attributi quali area totale bruciata, data del rilievo, data dell'immagine precedente e metodo applicato, perfettamente integrato nel Sistema Informativo Geografico (GIS) della DPN-MATTM. Va sottolineato che per molti dei Parchi Nazionali i risultati vettoriali prodotti rappresentano l'unica fonte di informazione cartografica georiferita sugli incendi del periodo esaminato.

La valutazione dell'accuratezza del metodo ne ha evidenziato il carattere conservativo, infatti è risultata un'omissione del 50 %, che tuttavia si accompagna ad una buona corrispondenza al vero (commissione del 15%). Inoltre il confronto fra prodotto APFS e i dati messi a disposizione da DPN e CFS ha evidenziato una capacità delle immagini satellitari di individuare eventi non rilevati a terra e viceversa per gli incendi minori di 0.5-1.0 ha. I rilievi a terra forniscono importanti informazioni per validare e integrare le mappe derivate dai dati satellitari e rimangono un elemento fondamentale nel monitoraggio e nelle attività di prevenzione e lotta attiva contro gli incendi.

In ultima sintesi, il confronto dei diversi metodi di rilievo delle aree percorse dal fuoco e le varie osservazioni sopra riportate, supportano la tesi di una validità oggettiva dei perimetri rilevati da satellite, nonché l'importanza di integrare e confrontare questi perimetri con i poligoni da rilievo GPS post incendio.

<i>ASTER</i>	<i>B1</i>	<i>B2</i>	<i>B3</i>	<i>B4</i>	<i>B5</i>	<i>B6</i>	<i>B7</i>	<i>B8</i>	<i>B9</i>
<i>spettro</i>	<i>verde</i>	<i>rosso</i>	<i>NIR</i>	<i>SWIR</i>	<i>SWIR</i>	<i>SWIR</i>	<i>SWIR</i>	<i>SWIR</i>	<i>SWIR</i>
intervallo spetttrale(nm)	520 600	630 690	780 860	1600 1700	2145 2185	2185 2225	2235 2285	2295 2365	2360 2430
ris. geom. (m)	15	15	15	30	30	30	30	30	30
<i>SPOT-2, 4, 5</i>	<i>B1</i>	<i>B2</i>	<i>B3</i>	<i>B4</i>					
<i>spettro</i>	<i>verde</i>	<i>rosso</i>	<i>NIR</i>	<i>SWIR</i>					
intervallo spetttrale(nm)	490 610	610 680	780 890	1580 1750					
ris. geom. (*) (m)	20 ^{2,4} 10 ⁵	20 ^{2,4} 10 ⁵	20 ^{2,4} 10 ⁵	= 20 ^{4,5}					

^(*) Gli apici per la risoluzione geometrica indicano rispettivamente i satelliti SPOT-2, 4 e 5.

Tabella 1. Caratteristiche delle immagini ASTER (http://edcdaac.usgs.gov/aster/ast_07vd.asp) e delle immagini SPOT (<http://www.spotimage.fr>) utilizzate nel progetto.

Table 1. Characteristics of the ASTER (http://edcdaac.usgs.gov/aster/ast_07vd.asp) and SPOT (<http://www.spotimage.fr>) images used in the project.

Tableau 1. Caractéristiques des images ASTER (http://edcdaac.usgs.gov/aster/ast_07vd.asp) et SPOT (<http://www.spotimage.fr>) utilisées dans le projet.

Parco Nazionale	n. immagini	superficie (ha)	n. poligoni	sup. media (ha)
Cilento	40	1159,1	222	5,22
Pollino	51	1150,0	147	7,82
Aspromonte	32	785,6	91	8,63
Gargano	29	713,7	117	6,10
Arc. Toscano	19	626,5	6	104,42
Gran Sasso	28	146,9	22	6,68
Val Grande	8	119,0	2	59,50
Vesuvio	17	78,2	13	6,02
Maiella	21	49,1	3	16,37
Circeo	12	46,1	2	23,05
Sila	18	45,1	14	3,22
Arc. Maddalena	14	33,5	3	11,17
Gran Paradiso	26	27,8	2	13,90
Cinque Terre	20	22,3	1	22,30
M. Sibillini	18	20,3	2	10,15
Dol. Bellunesi	18	6,6	3	2,20
Stelvio	29	6,4	1	6,40
Abruzzo	17	1,3	1	1,30
App. Tosco-Emil.	25	0	0	0
For. Casentinesi	12	0	0	0
Asinara	7	0	0	0
Totale	461	5038	652	7,73

Tabella 2. Sintesi delle Aree Percorse dal Fuoco rilevate da Satellite (APFS) nei Parchi Nazionali nel periodo 2001-2005 utilizzando le immagini ASTER e SPOT: numero di poligoni e relative superfici complessive e medie.

Table 2. Synthesis of the burned areas as observed by satellite within the Italian National Parks in the 2001-2005 period using ASTER and SPOT: number of polygons and total and average burned surface.

Tableau 2. Synthèse des superficies parcourues par les feux, détectées par observation satellitaire ASTER et SPOT, dans les Parcs Nationaux pour la période 2001-2005: nombre de polygones et superficies correspondantes (cumulées et moyennes).

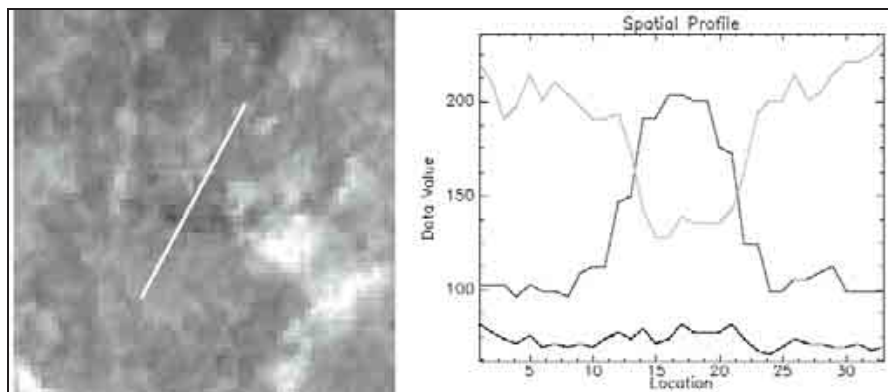


Figura 1. a) Immagine ASTER in falsi colori (RGB: 832) dell'incendio avvenuto nel comune di Olbia il 27/06/2005. b) Valori radiometrici spettrali misurati lungo la sezione tratteggiata in giallo in corrispondenza dell'area bruciata (blu: banda 2, rosso; verde: banda 3, NIR; rosso: banda 8, SWIR).

Figure 1. a) False colour (RGB: 832) ASTER image of a forest fire started on June 27, 2005 in Olbia municipality (Sardinia). b) Spectral radiometric values measured over the burned area along a transect (dashed yellow line) (Red: band 8, SWIR; Green: band 3, NIR; Blue: band 2, red).

Figure 1. a) Image ASTER en fausse couleur (RVB: 832) du feu de forêt du 27/06/2005 dans la commune d'Olbia (Sardegne). b) Valeurs radiométriques spectrales mesurées le long du transect (ligne jaune) correspondant à la zone brûlée (Rouge: bande 8, moyen IR; Vert: bande 3, proche IR; Bleu: bande 2, rouge).



Figura 2. Area percorsa dal fuoco rilevata da satellite nella rappresentazione in falsi colori con le bande ASTER (RGB: 832) e nei relativi indici spettrali NBR e BAI.

Figure 2. Burned areas from satellite observation shown as false colour composition using ASTER bands (RGB: 832) and NBR and BAI spectral indices.

Figure 2. Surface parcourue par le feu détectée par observation satellitaire ASTER en fausse couleur (RVB: 832) et indices spectraux NBR et BAI correspondants.

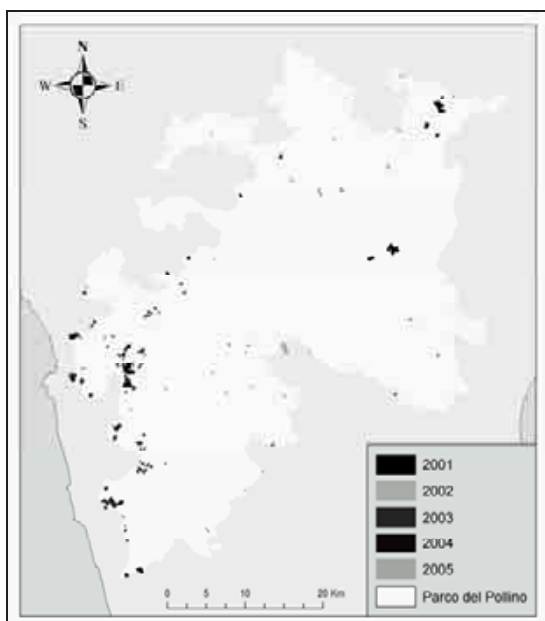


Figura 3. Distribuzione spaziale e temporale delle Aree Percorse dal Fuoco rilevate da Satellite (APFS) per il Parco Nazionale del Pollino nel periodo 2001-2005.

Figure 3. Spatial and temporal distribution of burned areas as observed by satellite within the Pollino National Park for the 2001-2005 period.

Figure 3. Distribution spatio-temporelle des surfaces parcourues par le feu, détectées par observation satellitaire dans le Parc National du Pollino pour la période 2001-2005.

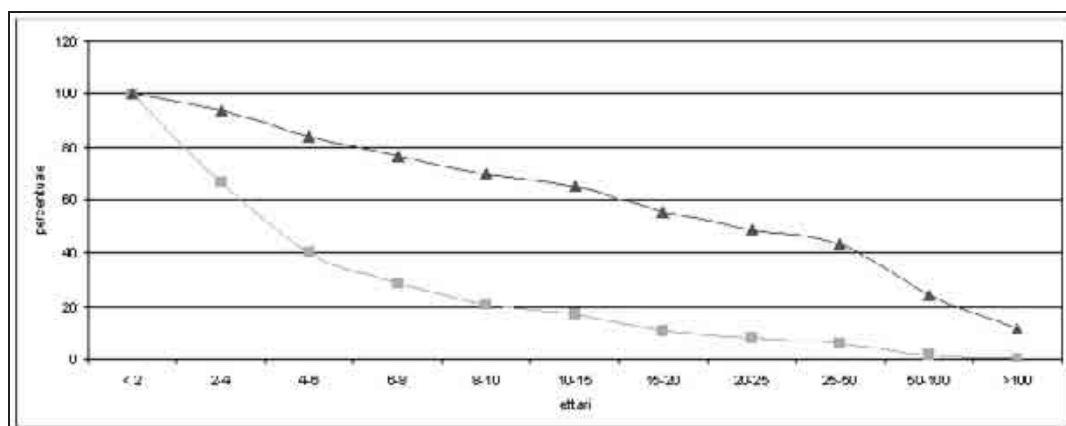


Figura 4. Distribuzione percentuale cumulativa di frequenza di eventi-incendio e di superficie percorsa, per classi di superficie nei Parchi Nazionali derivata da immagini ASTER e SPOT (2001-2005).

Figure 4. Percentage cumulative frequency distribution of forest fires and burned areas, as derived from ASTER and SPOT imagery (2001-2005) within the National Parks, plotted out for fire size classes.

Figure 4. Distribution, en pourcentage des fréquences cumulées, des épisodes de feux de forêt et des surfaces brûlées, par classes de superficie, détectés par observation satellitaire ASTER et SPOT (2001-2005) dans les parcs nationaux.

SUMMARY

MAPPING BURNED AREAS WITHIN THE NATIONAL PARKS USING SATELLITE DATA

The aim of this work is to build a geographic data base of burned areas within the National Parks for the period 2001-2005 using satellite images. Around five hundred Terra-ASTER (NASA) images and twenty SPOT images were acquired and processed. These images presents spectral and spatial resolution suitable for mapping burned areas. Methodologies adopted for processing include visual interpretation, multiple threshold of spectral transforms (NBR and BAI) and automatic classification technique. In this five year period the overall burned area amounts more than 5000 ha (fire average size 7,7 ha) and the most affected Parks were Cilento and Pollino, responsible for almost the half of total burned surface. Validation has been done with

appropriate statistical technique. A comparison with data made available from CFS (AIB/FN database and GPS polygons) indicated the validity of satellite maps and confirmed the importance of space and ground based techniques integration for an efficient forest fires monitoring.

RÉSUMÉ

CARTOGRAPHIE DES SUPERFICIES INCENDIEES DANS LES PARCS NATIONALS PAR IMAGES SATELLITAIRES

Le but du travail est la construction d'une base de données géographiques des superficies incendiées dans les Parcs Nationaux pour la période 2001-2005 avec l'imagerie satellitaire. Cinq cent images Terra-ASTER (NASA) et vingt images SPOT ont été acquises et élaborées. Les méthodes d'élaboration d'image

comprendent l'interprétation visuelle, les seuilles multiples sur transformées spectrales (NBR et BAI) et une technique de classification automatique. Les superficies incendiées dans les cinq ans sont plus de 5000 ha avec une dimension moyenne de 7,7 ha. Les Parcs Nationaux les plus affectés sont Cilento et Pollino, responsables de presque la moitié du total des superficies incendiées. Les résultats ont été validés par techniques statistiques. Une comparaison avec les données du CFS (AIB/FN et polygones GPS) support la validité des cartes par satellite et confirme l'importance de intégrer information spatiale et terrain pour un efficace contrôle des feux de forêt.

BIBLIOGRAFIA

- Blasi C., Bovio G., Corona P., Marchetti M., Maturani A., 2004 - *Incendi e complessità ecosistemica: dalla pianificazione forestale al recupero ambientale*. Ministero dell'Ambiente, DPN p. 353.
- Brivio P.A., Grégoire J.M., 1997 - *Gli incendi nella fascia tropicale del globo: aspetti metodologici nell'analisi di dati da satellite*. Rivista Italiana di Telerilevamento, 11: 17-26.
- Chuvieco E., Martin M.P., Palacios A., 2002 - *Assessment of different spectral indices in the red-near-infrared spectral domain for burned land discrimination*. International Journal of Remote Sensing, 23: 5103-5110.
- Congalton R.G., 1991 - *A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data*. Remote Sensing of Environment, 37: 35-46.
- CFS - Corpo Forestale dello Stato, 2008 - *Dossier Incendi Boschivi 2007*.
- Flasse S., Ceccato P., 1996 - *A contextual algorithm for AVHRR fire detection*. Int. Journal of Remote Sensing, 17 (2): 419-424.
- Key C.H., Benson N.C., 2002 - *Measuring and remote sensing of burn severity*. Wildland Fires Workshop, 31 Oct - 03 Nov 2000, Los Alamos, (USGS Open File Report 02-11) p. 55.
- Mitri G., Gitas J., 2004 - *A semi-automated object-oriented model for burned area mapping in the Mediterranean region using Landsat-TM imagery*. Int. Journal of Wildland Fire, 13: 367-376.
- Petrucchi B., 2007 - *Azioni del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare nel settore degli incendi boschivi*. L'Italia Forestale e Montana, 1: 27-38.
- Roy D., Jin Y., Lewis P.E., Justice C.O., 2005 - *Prototyping a global algorithm for systematic fire affected area mapping using MODIS time series data*. Remote Sensing of Environment, 97: 137-162.
- Smith A.M.S., Drake N.A., Wooster M.J., Hudak A.T., Holden Z.A., Gibbons C.J., 2007 - *Production of Landsat ETM+ reference imagery of burned areas within Southern African savannahs: comparison of methods and application to MODIS*. Int. Journal of Remote Sensing, 28 (12): 2753-2775.
- Tansey K., Grégoire J.M., Binaghi E., Boschetti L., Brivio P.A., Ershov D., Flasse S., Fraser R., Graetz D., Maggi M., Peduzzi P., Pereira J.M., Silva J., Sousa A., Stroppiana D., 2004 - *A global inventory of burned areas at 1km resolution for the year 2000 derived from SPOT Vegetation data*. Climatic Change, 67 (2): 345-377.
- Zaffaroni P., Stroppiana D., Brivio P.A., Boschetti M., 2007 - *Utilizzo di immagini ASTER per la delimitazione di aree percorse da incendio*, Rivista Italiana di Telerilevamento, 39: 93-101.

COME INFLUISCONO LE ALTE TEMPERATURE SVILUPPATE IN UN INCENDIO SUI CONI E SUI SEMI DI *PINUS HALEPENSIS* MILL.?

(*) Dipartimento di Scienze dei Sistemi Culturali, Forestali e dell'Ambiente, Università della Basilicata, Potenza

(**) Departamento de Producción Vegetal. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Albacete, Universidad de Castilla-La Mancha, Albacete, España

Il lavoro intende:

- valutare l'innalzamento termico degli strobili serotini (S) e non serotini (NS) di *Pinus halepensis* Mill. nonché la germinabilità dei semi provenienti dagli stessi strobili simulando le temperature esterne che si registrano in un incendio forestale di bassa e media intensità (rispettivamente 250° C per 1' e 3' e 400°C per 1' e 3');
- individuare gli elementi minerali presenti nel tegumento degli stessi semi.

La temperatura misurata in continuo per mezzo di termocoppie inserite nei coni, conferma una maggiore trasmissione del calore all'interno dei coni serotini rispetto ai non serotini, peraltro compensata dalla elevata percentuale di semi germinati.

Per il secondo esperimento i semi sono stati preparati secondo il metodo di McDowell and Trump (1976) per l'osservazione al SEM-EDS; utilizzando il programma Link^{ISIS} sono stati identificati i picchi degli spettri minerali e quantificati gli elementi presenti nella parte più esterna del tegumento seminale. I risultati hanno evidenziato che i semi dei coni serotini presentano una maggiore quantità di Ca e Si, quelli dei non serotini presentano maggior contenuto di Mg, K, S.

Il silicio sviluppa uno strato meccanico nel tegumento seminale formato da cristalli globulari di SiO₂, il cui ruolo può essere collegato alla minore infiammabilità.

Parole chiave: *Pinus halepensis* Mill., silicio, serotinia, trasmissione di calore.

Key words: *Pinus halepensis* Mill., serotiny, Si content, heat transport.

Mots clés: *Pinus halepensis* Mill., serotinie, teneur en Si, transmission de la chaleur.

1. INTRODUZIONE

Molte specie del genere *Pinus* sono adattate al regime degli incendi; alcune di esse presentano coni legnosi chiusi che proteggono i semi e che si aprono a seguito del passaggio del fuoco (serotinia). Un esempio è *Pinus halepensis* Mill. considerato in parte serotino, perché presenta coni serotini e non (Panetsos, 1981) caratterizzandosi per la "dual life strategy" propria delle specie con tale caratteristica (Nathan and Ne'eman, 2004).

La serotinia è un tratto adattativo comune a specie che vivono in aree abitualmente percorse dal fuoco, di cui aumenta la sopravvivenza dopo un incendio (Zwolinski, 1990); le piante utilizzano i semi conservati per anni nella chioma e attivano sollecitamente la rinnovazione post-incendio delle aree percorse. La serotinia massimizza il numero dei semi disponibili per la rinnovazione, conservandoli e proteggendoli anche dai predatori e dal calore (Lamont *et al.* 1991); i coni serotini rimangono chiusi per vari anni e il fuoco ne produce l'apertura, attraverso la divaricazione delle squame legnose e la conseguente dispersione dei semi (Daskalakou e Thanos, 1996; Saracino e Leone, 1994; Leone *et al.* 1997). I coni serotini restano chiusi fino a quando la resina che sigilla le squame si liquefa con il calore (45 °C - 50 °C) (Tapias *et al.* 2001; Goubitz *et al.* 2003). Le squame liberano i semi aprendosi anche per effetto di differenze anatomiche a livello degli sclereidi (Beaufait, 1960; Harlow *et al.* 1964; Leone *et al.* 1998). L'apertura dei coni serotini, in particolare di *Pinus halepensis* Mill., è favorita non solo dall'aria calda e secca

originata dal fuoco, ma anche dai venti caldi e secchi che spirano in diverse regioni del Mediterraneo (Nathan *et al.* 1999; Nathan e Ne'eman, 2000). Il buon esito della rinnovazione post-incendio dei pini mediterranei dipende anche dalla capacità dei semi di tollerare l'aggressività del fuoco (Sannikov, 1994; Martínez-Sánchez *et al.* 1995; Despaigne *et al.* 1996): il problema principale in caso di incendi è la capacità dei semi di sopportare alte temperature. L'intensità di un incendio forestale è pertanto uno dei fattori cruciali nella rinnovazione (Malanson, 1984; Sousa, 1984).

In questo contesto s'inserisce la presente ricerca che ha inteso approfondire la differenza comportamentale dei due tipi di coni presenti in *Pinus halepensis* Mill. L'obiettivo principale del lavoro è stato quello di valutare il ruolo protettivo dei coni di *Pinus halepensis* Mill. in rapporto alla rinnovazione post-incendio e al rialzo termico verificando, altresì, le eventuali differenze nel chimismo del tegumento dei semi dei due tipi di coni (serotini e non serotini) raccolti in due località del sud dell'Italia frequentemente percorse dal fuoco. In particolare è stata studiata:

- 1) la trasmissione di calore all'interno dei coni serotini e non serotini di *Pinus halepensis* Mill. sottoposti a differenti intensità di fuoco, in funzione della temperatura raggiunta e del tempo d'esposizione, così come la tolleranza dei semi sottoposti a differenti scenari simulati d'incendio;
- 2) la quantità e gli elementi chimici presenti sulla superficie del tegumento esterno dei semi dei due tipi.

1.1 Raccolta del materiale vegetale e aree di studio

Il materiale vegetale utilizzato, coni di *Pinus halepensis*, è

stato raccolto in due aree del Sud d'Italia, una in provincia di Taranto e l'altra in provincia di Salerno, caratterizzate dal frequente ripetersi d'incendi. La prima area, "Perronello" (253 ettari, Lat. 40 ° 27'43 "N; Long. 16 ° 56 '09" E) è una pineta d'origine naturale di *P. halepensis* su dune sabbiose, recentemente formate, dichiarata Riserva Naturale Biogenetica, che presenta un clima tipico mediterraneo: pioggia abbondanti nel periodo autunno-inverno, con una media annuale di precipitazioni di 535 millimetri, temperatura media annua di 15,8 °C. La vegetazione è rappresentata da pineta pura di *Pinus halepensis* Mill., coetanea, di circa 60 anni d'età, densità di 251 piante ha⁻¹, area basimetrica 52,72 m²ha⁻¹, diametro medio 30,65 cm, altezza media di 9 m, consociata con sclerofille sempreverdi, che appartengono all'associazione *Plantago-Pinetum halepensis* (Bartolo et al. 1985).

L'altra zona, "Marina di Camerota" (350 ha) si trova nel Cilento ed è l'unica pineta relictta autoctona di *Pinus halepensis* nella costa cilentana (Lat. 40 ° 40' N, Long. 15 ° 22' E). Il clima è mediterraneo: nella zona si registra temperatura media annua di 16,7 °C, con una media annuale di precipitazioni di 792 mm. La vegetazione è rappresentata da *Pinus halepensis*, di circa 70 anni d'età, densità di 694 alberi ha⁻¹, area basimetrica 23,55 m²ha⁻¹, diametro medio 24,75 cm, l'altezza media 16 m); sono presenti diverse specie della macchia quali: *Juniperus phoenicea*, *Pistacia lentiscus*, *Rosmarinus officinalis*, qualche esemplare di *Vitex agnus-castus* e *Rhamnus alaternus*, *Erica arborea*, *Spartium junceum*, *Mirtus communis*. Le due aree si trovano entrambe nella zona fitoclimatica del Lauretum II° tipo, sottozona calda (Pavari, 1916). I conifere sono stati raccolti nelle due zone, nei mesi di ottobre e dicembre del 2004 e 2005, da 6 piante mature di *Pinus halepensis* Mill. della stessa età e dimensioni, recentemente schiantate dal vento. La raccolta dei conifere è stata realizzata in 3 parti della chioma, dall'alto al basso: sono stati raccolti conifere di colore grigio (considerati più vecchi) e marroni (di minore età) considerando che i primi di consistenza gessosa sono sicuramente serotini.

2. MATERIALI E METODI

2.1 Trasmissione termica

Per l'esperimento di trasmissione termica sono stati campionati 20 conifere serotini (S, i vecchi conifere grigiastri) e 20 non serotini (NS, conifere rossastri), al fine di valutare le possibili differenze nel trasferimento del calore all'interno di entrambi i tipi. Sono stati selezionati quattro gruppi di 5 conifere serotini e 5 non serotini raccolti da alberi di circa 60 anni d'età in ciascuna località (40 conifere per località), da sottoporre successivamente in laboratorio a ciascuna delle quattro combinazioni di tempo x temperatura scelte per simulare vari scenari di incendio di bassa/media intensità: 250 °C per 1' e 250°C per 3', 400 °C per 1' e 400°C per 3'.

La temperatura è stata misurata, con una misura al secondo, utilizzando termocoppie inserite in fori precedentemente effettuati sui conifere e sigillati con mastice resistente al fuoco. Nello specifico sono state rilevate quattro misure, due a livello dell'asse e due a livello delle squame, registrandole con un datalogger HOBOWare. È stata calcolata la temperatura media (Tm), finale (Tf), e gli incrementi di temperatura (Δt), calcolati sottraendo la temperatura finale dalla iniziale.

In seguito ai trattamenti termici, i conifere sono stati estratti a mano dai conifere e sottoposti a test di germinazione per ogni scenario, mantenendo separati i conifere estratti dai due tipi di conifere. Quattro repliche di 100 conifere non trattati per ogni tipo di conifere sono state messe a germinare come controllo.

Quattro repliche di 100 conifere sono state selezionate a caso dai conifere sottoposti ai trattamenti termici per ciascun scenario considerato e poste a germinare su tavolo di Jacobsen impostando una temperatura costante di 20 °C \pm 0,5, intensità di luce di 1250 lux e un fotoperiodo di 8 ore. I conifere sono stati mantenuti umidi per capillarità durante tutta la durata del test e contati a partire dal 7 giorno e a cadenza trigonaleria durante 4 settimane (28 giorni). Quando la radichetta era intorno ai 2 mm i conifere erano registrati e tolti.

2.2 Identificazione degli elementi minerali nella parte più esterna del tegumento

Per rilevare la concentrazione degli elementi minerali presenti nel tegumento dei conifere si è utilizzato un microscopio elettronico SEM-EDS modello JEOL-SCANNING 6100. I conifere di due tipi di conifere di *P. halepensis* sono stati preparati con il metodo di McDowell e Trump (1976), che prevede: reidratazione, fissazione, disidratazione, punto critico, metallizzazione (i conifere a seguito dei vari trattamenti innanzi citati sono stati montati su matrice di alluminio e ricoperti con una patina sottile di carbonio in forma di graffite utilizzando un evaporatore di carbonio, Polaron CC 7650). Mediante emissione di raggi X è stato possibile misurare la concentrazione degli elementi presenti nei tegumento. Il programma utilizzato è stato il Link^{ISIS}. Sono state effettuate misurazioni analitiche in 6 punti del tegumento di ciascun tipo di seme provenienti da conifere serotini e non serotini. Da questa analisi sono stati rilevati i picchi di energia corrispondenti ai raggi X emessi nel campo di 0-10 keV per ogni campione.

2.3 Analisi statistica

L'analisi dei dati è stata realizzata con ANOVA&MANOVA usando il software di Windows e Statgraphics Plus 5.1. I dati sono stati trasformati con la trasformazione angolare $\sqrt{\arcsin}$ per provare la normalità e la omoscedasticità. Per quanto concerne il primo esperimento la figura 1 rappresenta le temperature finali medie e gli errori standard (\pm SE). I valori medi sono stati comparati usando il test di Duncan. Per il secondo esperimento i valori percentuali degli elementi chimici sono stati trattati statisticamente tramite GLM, ANOVA, PCA (Analisi delle componenti principali). Tutte le analisi statistiche sono state condotte usando un valore di $p < 0.05$.

3. RISULTATI E DISCUSSIONE

Esperimento I: I risultati ottenuti confrontando le due località, Perronello e Marina di Camerota, hanno mostrato che le temperature finali, a livello dell'asse interno dello strobilo (Figura.1 e Figura. 2), risultano sempre più basse di quelle esterne, come intuibile. Le condizioni sfavorevoli (temperature massime finali) sono state raggiunte nelle misure esterne nella simulazione dello scenario di bassa intensità (al tempo d'esposizione più elevato) per entrambe le intensità degli incendi.

Le temperature finali nei conifere serotini sono state più

elevate nel caso degli strobili di Perronello; per essa anche le temperature finali, misurate a livello di squame e di asse, sono state quasi sempre superiori a quelle misurate nei coni dell'altra località, meno colpita dagli incendi. Per i coni della località Marina di Camerota in prossimità dell'asse risulta una situazione abbastanza omogenea per i vari scenari: 400°C-1'NS, 400°C-1'S e 250°C-1'S, 250°C-1'NS mentre le temperature finali risultano simili, e differiscono da quelli di altri scenari (400°C-3'NS, 400°C-3'S 250°C-3'S, 250°C-3'NS), che risultarono essere diverse e maggiori. Le temperature misurate a livello squame, sono più elevate ma nello scenario 250°C-3'NS e 400°C-3'NS si registra la stessa temperatura. Nel complesso, la percentuale di semi germinati (Figura 4) è quasi sempre elevata (oltre il 80%); solo nello scenario 400°C-3'S la percentuale risulta piuttosto esigua, 54,5% ± 4,99. I risultati della germinazione sono coerenti con quelli di lavori simili (Goubitz *et al.* 2003; Lovreglio *et al.* 2005; De las Heras *et al.*, 2007).

Esperimento II: Il GLM mostra significative relazioni tra i tipi di cono e gli elementi presenti nel tegumento, mentre non risultano significative le differenze tra provenienze. Gli elementi che risultano significativi sono: S, Ca, Mg, K and Si. L'analisi delle componenti principali è mostrata nella Figura 3. La prima componente esprime 42.98% della varianza mentre la seconda 22.35%. I semi dei coni serotini presentano una maggiore quantità di Ca e Si, quelli dei NS presentano maggior contenuto di Mg, K, S.

4. CONCLUSIONI

L'aumento delle temperature all'interno è in relazione al tipo di cono (S-NS) e all'interazione *tipo di cono x intensità del fuoco*. All'interno dei coni sottoposti a diversi regimi termici sono state sempre registrate temperature relativamente basse rispetto alla zona più esterna, a conferma del ruolo di schermo che i coni svolgono come protezione contro l'innalzamento termico nei vari scenari di incendio. Le temperature più contenute, quasi sempre in prossimità dell'asse, dove un paio di semi sono inseriti nelle logge, dimostrano che i semi conservati all'interno del cono sono relativamente al riparo dal rialzo termico esterno. La trasmissione del calore all'interno è relativamente più elevata nei coni serotini: le temperature raggiunte, peraltro, non riducono la percentuale di semi germinati, al contrario la favoriscono. La germinazione dei semi di coni serotini è diminuita solo alle alte temperature (400°C) per 3'.

Gli strobili serotini quindi proteggono i semi dagli agenti abiotici e aprendosi dopo un incendio rilasciano nella prima fase semi che possiedono le migliore qualità biologiche (Saracino and Leone, 1993). Tutto ciò conferma il potere isolante dei coni (Leone *et al.* 1999) la cui capacità di protezione dipende dall'intensità dell'incendio (Johnson e Gutsell, 1993). Lo studio del tegumento seminale ha evidenziato che i semi dei coni serotini presentano sempre una maggiore quantità di Ca e Si (dato quest'ultimo assolutamente originale, non noto in letteratura), quelli dei NS presentano maggior contenuto di Mg, K, S. Il silicio sviluppa uno strato di cristalli globulari di SiO₂, il cui ruolo può essere collegato alla minore infiammabilità. Il silicio prolunga infatti la fase

endotermica della combustione o meglio inibisce la combustione, funzionando da ritardante (Mutch and Philpot, 1970; Behm e Duryea; 2002, White *et al.* 1996). Ciò potrebbe spiegare perché i semi serotini quasi sempre risultano più tolleranti al passaggio del fuoco rispetto ai non serotini. I risultati ottenuti evidenziano che i semi dei coni serotini risultano anche per aspetti funzionali diversi dai semi dei coni non serotini: tollerano elevate temperature, sono diversi a livello chimico. Pertanto, al momento di effettuare trattamenti selvicolturali nelle aree percorse dal fuoco, i risultati confermano l'utilità di rilasciare gli alberi di *Pinus halepensis* danneggiati o morti perché molti semi, del tutto vitali malgrado le apparenze, chiusi nei coni serotini della chioma saranno capaci di contribuire a promuovere la rinnovazione. È raccomandabile altresì intervenire nella giovane rinnovazione con trattamenti selvicolturali (potature, diradamenti) che favoriscono la precoce produzione di coni serotini, perché è dimostrato il loro valore di riserva stabile ed efficace dei semi, al fine di assicurare la perpetuità della copertura forestale specialmente nelle zone dove sono frequenti gli incendi.

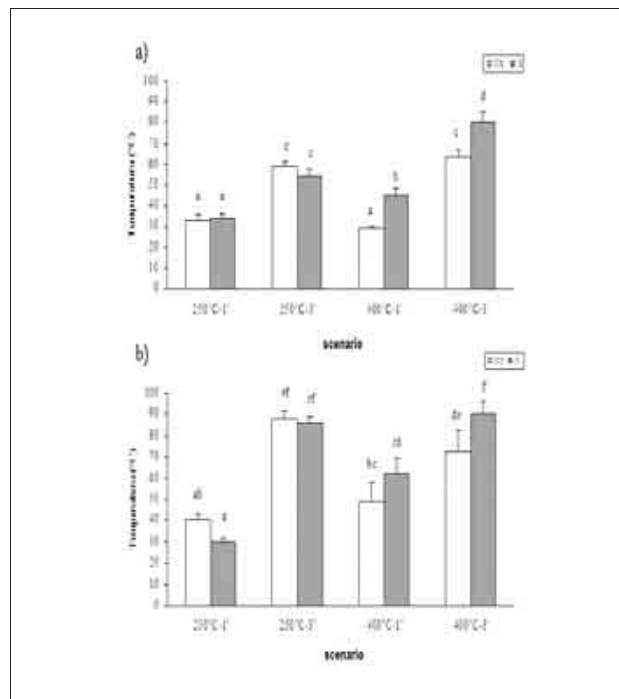


Figura 1. Temperatura finale nei diversi scenari a livello di asse centrale a) e di squame b), all'interno degli strobili serotini (S) e non serotini (NS) della località Perronello. Le lettere indicano le differenze significative tra gli scenari (p<0,05).

Figure 1. Final temperature under different fire scenarios inside strobila at central axis' a) and scales' b) level, both in serotinous (S) and non serotinous strobila (NS) for Perronello site. Different letters indicate significant difference among scenarios ((p<0,05).

Figure 1. Temperature finale au niveau d'asse central a) et d'ecailles b), à l'intérieur de cônes serotiniques (S) et non serotiniques (SN) de Perronello, soumis à différent scénarios de feu. Lettres différentes indiquent différences significantes entre scénarios (p<0,05).

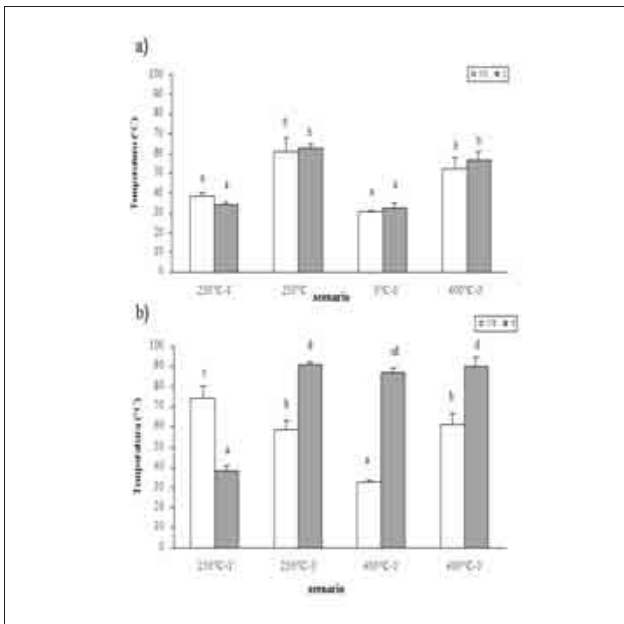


Figura 2. Temperatura finale nei diversi scenari a livello di asse centrale a) e di squame b), all'interno degli strobili serotini (S) e non serotini (NS) della località Marina di Camerota. Le lettere indicano le differenze significative tra gli scenari ($p < 0,05$).

Figure 2. Final temperature under different fire scenarios inside strobila at central axis' a) and scales' b) level, both in serotinous (S) and non serotinous strobila (NS) for Marina di Camerota site. Different letters indicate significant difference among scenarios ($p < 0,05$).

Figure 2. Temperature finale au niveau d'axe central a) et d'ecailles b), à l'intérieur de cônes serotiniques (S) et non serotiniques (SN) de Marina di Camerota, soumis à différents scénarios de feu. Lettres différentes indiquent différences significantes entre scénarios ($p < 0,05$).

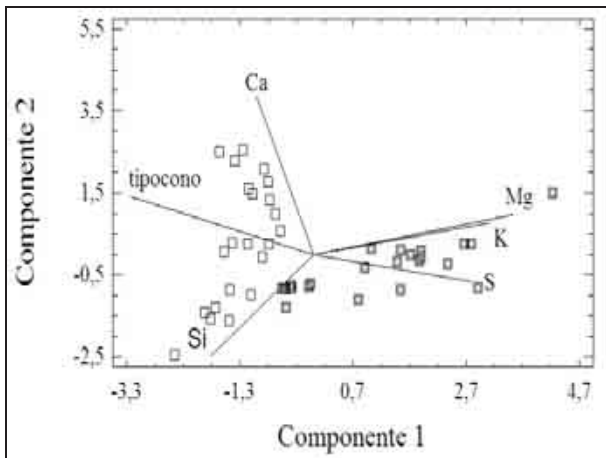


Figure 3. PCA (Analisi delle Componenti Principali) Si: Silicio; Ca: Calcio; K: Potassio; S: Zolfo; Mg: Magnesio. Tipo cono: NS e S.

I quadratini vuoti indicano i semi serotini (S), quelli pieni i semi dei coni non serotini (NS).

Figure 3. PCA (Principal Components Analysis), scatterplot Si: Silicon; Ca: Calcium; K: Potassium; S: Sulphur; Mg: Magnesium.

Empty squares refer to S, serotinous strobila, full squares to NS, non-serotinous ones.

Figure 3. Analyse en Composantes Principales (ACP) Si: Silicium; Ca: Calcium; K: Potassium; S: Soufre; Mg: Magnésium.

Petit carré vide pour S, cônes serotiniques; plein pour NS, cônes non serotiniques.

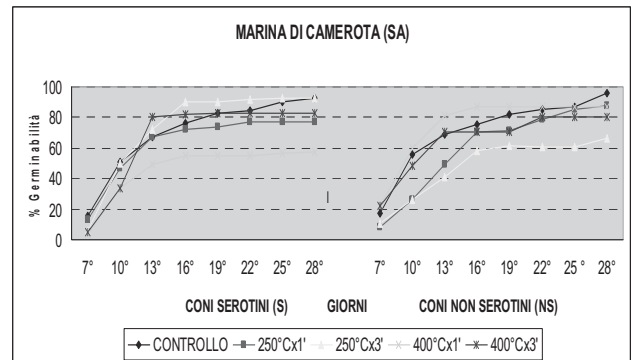
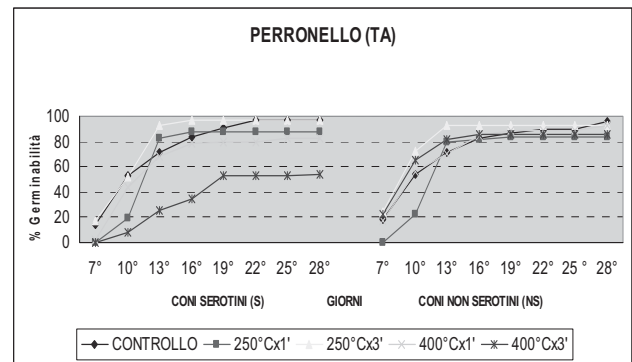


Figure 4. Germinabilità dei semi provenienti da coni serotini (S) e non serotini (NS) delle località Perronello (a) e Marina di Camerota (b) sottoposti a diversi trattamenti.

Figure 4. Germination rates of seeds in serotinous (S) and non-serotinous (NS) strobila from Perronello (a) and Marina di Camerota (b) sites, under different thermal treatment.

Figure 4. Germinabilité des graines de cônes serotiniques (S) et non serotiniques (NS), provenant de Perronello (a) et Marina di Camerota (b), soumis à différents traitements thermiques.

SUMMARY

HOW DO HIGH TEMPERATURES OF A FOREST FIRE INFLUENCE CONES AND SEEDS OF *PINUS HALEPENSIS* MILL.?

Paper addresses:

- the thermal raise inside serotinous (S) and non-serotinous (NS) strobila of *Pinus halepensis* Mill. and germination rates of their seeds exposed to different temperature-exposure time sets (respectively 250° C for 1' and 3'; 400°C for 1' and 3');
- amount and types of chemical elements present on the tegument's surface of seeds extracted from the two types of strobila.

Temperatures inside strobila at different positions were measured in continuous, at one second intervals, by thermocouples. Results highlight that final temperature at axis level are always more reduced than temperatures at scales level, as expected and that heat transport is higher in S than NS cones, consequently exerting a stronger influence on seeds of such type, which, on the other hand, is balanced by an higher germination value of seeds.

Through SEM-EDS electronic microscope, the thickness of the tegument was measured and, in addition, mineral elements were evaluated. Seeds of both types were prepared according McDowell and Trump (1976). Type and amount of chemicals present on the teguments was

evaluated through EDS microanalysis and LinkISIS OXFORD programme.

Seeds from S cones result richer in Ca and Si, whereas seeds from NS ones are richer in Mg, K, S. Si creates on the tegument's surface a mechanical layer made of globular crystals of SiO₂ which presumably reduce flammability of tissues, since Si inhibits the combustion process prolonging the endothermic phase.

RÉSUMÉ

INFLUENCE DES HAUTES TEMPERATURES SUR CONES ET GRAINES DE *PINUS HALEPENSIS* MILL.

Ce travail porte sur:

- la hausse thermique à l'intérieur de cônes serotiniques et non serotiniques de *Pinus halepensis* Mill. ainsi que sur la germination des graines soumis à différentes combinaisons de température-temps d'exposition (respectivement 250° C pendant 1' et 3' et 400° C pendant 1' et 3');
- l'analyse de quantité et type des éléments chimiques présents sur le tégument des graines.

Les températures à l'intérieur des cônes, mesurées à cadence d'un second par thermocouples, sont toujours plus réduites au niveau de leur axe centrale que à niveau d'écaillures; la hausse de température est plus sensible dans les cônes serotiniques, balancée, d'autre part, par meilleures valeurs de germination de leurs graines. Par microscope électronique on a mesurée l'épaisseur des téguments des graines et la quantité des éléments chimiques.

Sur graines libérées de cônes serotiniques et non serotiniques, préparées après McDowell and Trump (1976), type et quantité des éléments chimiques furent évalués par microanalyses.

Les grains de cônes serotiniques paraissent plus riches en Ca et Si, tandis que ceux de non serotiniques en Mg, K, S.

Sur la surface du tégument Si forme une mince couche de cristaux globulaires de SiO₂ qui exercent une probable influence sur la flammabilité des tissus, puisque Si est un efficace inhibiteur du processus de combustion dont prolonge la phase endothermique.

BIBLIOGRAFIA

Bartolo G., Brullo S., Minissale P., Spampinato G., 1985 - *Osservazioni fitosociologiche sulle pinete di Pinus halepensis Mill. del bacino del fiume Tellaro (Sicilia Sud-Orientale)*. Boll. Acc. Gioenia di Scienze Naturali, Catania.

Beaufait W.R., 1960 - *Some effects of high temperatures on the cones and seeds of Jack Pine*. Forest Science 6: 194-199.

Behm A.L., Duryea M.L., 2002 - *Ranking plant species by flammability in the Southern United States*. Report-In-Progress Report 2: School of Forest Resources & Conservation. University of Florida, Pp. 18.

Daskalidou E.N., Thanos C.A., 1996 - *Aleppo Pine (Pinus halepensis) postfire regeneration: the role of canopy and soil seed banks*. Int. J. Wildland Fire 6: 59-66.

De Las Heras J., Moya D., Lopez-Serrano F.R., Condes S., 2007 - *Reproduction of postfire Pinus halepensis Mill. stands six years after silvicultural treatments*. Ann. For. Sci. 64: 59-66.

Despain D.G., Clark D.L., Peardon J.J., 1996 - *Simulation of crown fire effects on canopy seed bank in Lodgepole Pine*. Int. J. Wildland Fire 6: 45-49.

Goubitz S., Werger M.J.A., Ne'eman G., 2003 - *Germination response to fire-related factors of seeds from non serotinous and serotinous cones*. Plant Ecology 169: 195-204.

Harlow W.M., Côté W.A., Day A.C., 1964 - *The opening mechanism of pine cone scales*. J. Forest (Washington) 62: 538-540.

Johnson E.A., Gutsell S.L., 1993 - *Heat budget and fire behaviour associated with the opening of serotinous cones in two Pinus species*. Journal of Vegetation Science 4: 745-750.

Lamont B.B., Le Maitre D.C., Cowling R.M., Enright N.J., 1991 - *Canopy seed storage in woody plants*. The Botanical Review 4: 277-317.

Leone V., Saracino A., Logiurato A., 1997 - *Serotiny and its anatomic structure in Pinus halepensis Mill.* In L.Trabaud and R. Prodon (Eds) Proceedings of the International Workshop: Fire, Landscape and Dynamics in the Mediterranean Area. Banyuls-sur-Mer, Sept.1997.

Leone V., Logiurato A., Saracino A. 1998 - *Anatomic features of serotinous cones in Pinus halepensis Mill.* In: L. Trabaud (Ed.) Fire Management and Landscape Ecology, Int. Ass. of Wildland Fire, Pp. 197-203.

Leone V., Borghetti M., Saracino A., 1999 - *Ecology of post-fire recovery in Pinus halepensis in Southern Italy*. In: L. Trabaud (Ed) Life and Environment in the Mediterranean. Advances in Ecological Sciences 3, WIT Press, Southampton, Boston, Pp. 129-154.

Lovreglio R., Salvatore R., Giaquinta P., Leone V., 2005 - *Thermal treatments and germination response over time of seeds from serotinous and non-serotinous cones of Pinus halepensis Mill.* In: V. Leone and R. Lovreglio (Eds) Proceedings, Medpine3 International Conference "Conservation, Regeneration and Restoration of Mediterranean Pines and Their Ecosystems" Bari (Italy).

Malanson G.P., 1984 - *Intensity as a 3rd factor of disturbance regime and its effects on species diversity*. Oikos 43, 411-413.

Martinez-Sanchez J.J., Marin A., Herranz J.M., Ferrandis P., De Las Heras J., 1995 - *Effects of high temperatures on germination of Pinus halepensis Mill. and P. pinaster Aiton subsp. pinaster seeds in Southeast Spain*. Vegetatio 116: 69-72.

McDowell E.M., Trump B.F. 1976 - *Histological fixatives suitable for diagnostic light and electron microscopy*. Arch. Pathol. Lab. Med. 100: 405-414.

Mutch R.W., Philpot C.W., 1970 - *Relation of silica content to flammability in grasses*. For. Sci. 16: 64-65.

Nathan R., Safriel U.N., Nov-Meir I., Schiller G., 1999 - *Seed release without fire in Pinus halepensis, a Mediterranean serotinous wind-dispersed tree*. Journal of Ecology 87: 659-669.

Nathan R., Ne'eman G., 2000 - *Serotiny, seed dispersal and seed predation in Pinus halepensis Mill.* In: G. Ne'eman and L.Trabaud (Eds.), Ecology, Biogeography and Management of Pinus halepensis and P. brutia Forest Ecosystems in the Mediterranean Basin. Backhuys Publishers. Leiden, Pp. 105-118.

Nathan R., Ne'eman G., 2004 - *Spatiotemporal dynamics*

- of recruitment in Aleppo Pine (Pinus halepensis Mill.).* Plant Ecol. 171: 123-137.
- Panetsos C.P., 1981 - *Monograph of Pinus halepensis (Mill.) and Pinus brutia (Ten.).* Annales Forestales (Zagreb), 9: 39-77.
- Pavari A., 1916 - *Studio preliminare sulla coltura di specie forestali esotiche in Italia.* Annali del Regio Istituto Superiore Forestale Nazionale, Firenze.
- Sannikov S.N. 1994 - *Evolutionary pyroecology and pyrogeography of the natural regeneration of Scotch Pine.* In: Proc. 2nd Int. Conf. Forest Fire Research, Coimbra, Vol. II, Pp. 961-968.
- Sousa W.P., 1984 - *The role of disturbance in natural communities.* Ann. Rev. Ecol. Syst. 15: 353-391.
- Saracino A., Leone V., 1993 - *Ecological features and dynamics of seed dispersal after fire in a Pinus halepensis Mill. forest.* In: L. Trabaud and R. Prodon (Eds.) Fire in Mediterranean Ecosystems. Ecosystems Research Report Series 5, Environmental Research Programme of the Commission of the European Communities, Brussels Pp. 151-159.
- Saracino A., Leone V., 1994 - *The ecological role of fire in Aleppo Pine forests: overview of recent research.* In: X. D. Viegas (Ed.) Proceedings 2nd Int. Conf. Forest Fire Research. Coimbra, Elsevier, Pp. 887-897.
- Tapias R., Gil L., Fuentes-Utrilla P., Pardos J.A., 2001 *Canopy seed banks in Mediterranean pines of South-Eastern Spain: a comparison between Pinus halepensis Mill., P. pinaster Ait., P. nigra Arn. and P. pinea L.* J. Ecol. 89: 629-638.
- Zwolinskyi J.B., 1990 - *The Pine woolly aphid, Pineus pini L., a pest of Pines in South Africa.* South African Forestry Journal 151: 52-57.
- White R.H., Weise D.R., Frommer S., 1996 - *Preliminary evaluation of the flammability of native and ornamental plants with the cone calorimeter.* In: Proceedings of the International Conference on Fire Safety. California, U.S.A., Vol. 21, Pp. 256-265.

ASPETTI METODOLOGICI PER LA REDAZIONE DEI PIANI AIB DELLE AREE NATURALI PROTETTE: UN'APPLICAZIONE AL PARCO NAZIONALE DELL'ASPROMONTE

(*) Ente Parco Nazionale d'Aspromonte, Gambarie di S.Stefano in Aspromonte, Reggio Calabria

(**) Associazione per la Promozione dell'Innovazione Organizzativa e Tecnologica, Reggio Calabria

(***) Settore Protezione Civile, Regione Calabria, Reggio Calabria

La legge 353/2000 “Legge-quadro in materia di incendi boschivi” prevede che per i parchi naturali e le riserve naturali dello Stato sia predisposto un apposito piano dal Ministro dell'Ambiente d'intesa con le regioni interessate, su proposta degli enti gestori. L'obiettivo di questo strumento è la pianificazione delle misure di contrasto agli incendi boschivi, individuando le priorità d'azione. Ovviamente, presupposto indispensabile per raggiungere tale fine è la previsione del fenomeno, che deve necessariamente basarsi sull'analisi di quanto avvenuto negli ultimi anni. Il risultato di tale previsione può essere sintetizzato mediante un indicatore, detto rischio di incendio, che esprime contemporaneamente: la probabilità del verificarsi dell'evento, la sua facilità di propagazione e difficoltà di estinzione, la gravità dei danni ad esso connessi. Tale sintesi è tanto più efficace quanto essa riesce ad esprimere in maniera veritiera le componenti di cui è il risultato. In questo articolo viene presentata una metodologia per il calcolo di questo indicatore che si basa su un approccio quantitativo. In particolare sono state formalizzate le relazioni matematiche esistenti fra il rischio e le sue varie componenti, attribuendo a ciascuna una dimensione fisica che ne consente la misurabilità e quindi il riscontro sul campo dell'attendibilità della previsione effettuata. Per il calcolo delle singole componenti sono stati proposti modelli matematici i cui parametri possono essere calibrati. La metodologia proposta è stata sperimentata applicandola, col supporto di un GIS, alla redazione del Piano per la programmazione delle attività di previsione e prevenzione contro gli incendi boschivi del Parco Nazionale d'Aspromonte.

Parole chiave: incendi boschivi, piano, rischio, sistema informativo geografico (GIS).

Key words: wildfires, plan, risk, geographical information system (GIS).

Mots clés: incendies boisés, plat, risque, système informatif géographique (GIS).

1. INTRODUZIONE

In questo articolo è proposta una metodologia per la redazione dei piani antincendio boschivo, che si basa su un approccio quantitativo. Tale metodologia, nei suoi aspetti fondamentali, è di validità generale, ma è stata specificamente proposta per la redazioni dei piani antincendio boschivo delle aree naturali protette, per i quali la normativa, le direttive degli organi istituzionali e la letteratura scientifica introducono alcune peculiarità, che sono in sintesi descritte nel paragrafo 2.

In questo articolo, per esigenze di sintesi, non è possibile descrivere in dettaglio l'intera metodologia proposta, e pertanto viene approfondito il modello per la previsione del rischio, descritto nel paragrafo 3. Tale scelta è dettata sia dal fatto che si ritiene la stima del rischio un passaggio fondamentale e delicato, sia dal fatto che tale modello di previsione è quello che contiene più elementi originali nel contesto della metodologia generale proposta.

Tale metodologia è stata sperimentata applicandola alla redazione del Piano antincendio boschivo del Parco Nazionale d'Aspromonte, descritto nel paragrafo 4.

2. LA PIANIFICAZIONE ANTINCENDIO BOSCHIVO NELLE AREE PROTETTE

Il Piano per la programmazione delle attività di previsione, prevenzione e lotta attiva contro gli incendi boschivi, per brevità nel seguito denominato Piano A.I.B.,

è uno strumento di pianificazione che la legge italiana, e precisamente la legge 353/2000 “Legge-quadro in materia di incendi boschivi”, prevede che sia redatto dalle Regioni. L'art. 8 della legge quadro prevede che una sezione di tale Piano sia riservata ai parchi naturali e alle riserve naturali dello Stato, per la peculiarità derivante dal valore ambientale del loro territorio e dalle connesse esigenze di tutela e conservazione. La redazione di tale sezione del Piano spetta al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, d'intesa con le regioni interessate, su proposta degli enti gestori delle aree protette, sentito il Corpo Forestale dello Stato.

Il fine ultimo del Piano AIB è la programmazione degli interventi di contrasto agli incendi boschivi a tutti i livelli: individuando misure che ne prevengano l'insorgenza, organizzando le risorse dedicate alla lotta attiva contro di essi, determinando interventi di recupero del territorio percorso dal fuoco. Essendo le risorse limitate, al fine di focalizzare l'azione di contrasto nelle aree e nei periodi dove più è necessario, risulta indispensabile cercare di prevedere il fenomeno nella maniera più attendibile possibile. L'attività di previsione consiste principalmente nell'individuazione delle aree e dei periodi a maggior rischio di incendio boschivo, come peraltro specificato nell'art. 4 della sopra citata legge quadro.

Oltre alle disposizioni generali di cui alla legge quadro 353/2000, sono state emanate alcune linee guida da seguire (Dipartimento della Protezione Civile, 2002). Inoltre per lo specifico campo della pianificazione

antincendio delle aree protette vi sono direttive (Ministero dell'Ambiente, 2002) e manuali tecnici (Società Botanica Italiana, 2004) che tengono conto della peculiarità di tali aree, principalmente per due aspetti: la gravità dei danni connessi all'attraversamento del fuoco e l'inattuabilità di interventi di contrasto che comportino sensibili impatti sul territorio (ad esempio l'uso diffuso di viali tagliafuoco).

3. LA METODOLOGIA PROPOSTA PER LA STIMA DEL RISCHIO

Il rischio di incendio è una grandezza che dipende sia dalla pericolosità che dalla gravità di tale tipo di evento. La pericolosità di incendio su un determinato territorio esprime a sua volta la possibilità del manifestarsi di incendi unitamente alla difficoltà di estinzione degli stessi. Tali definizioni rispecchiano quelle generalmente adottate (Ministero dell'Ambiente, 2002). Tuttavia nella metodologia proposta si è cercato di approfondire le relazioni matematiche fra tali grandezze, attribuendo ad esse un valore quantitativamente determinato e confrontabile con grandezze misurabili nella realtà. Ciò anche al fine di consentire un preciso riscontro basato su dati oggettivamente misurabili, che possa garantire un processo di feedback e quindi un progressivo e continuo miglioramento della stima del rischio.

Le relazioni reciproche fra il rischio e le sue componenti sono illustrate nella figura 1, che fornisce un sintetico quadro sinottico dei contenuti trattati nei paragrafi 3.1, 3.2 e 3.3.

3.1 Stima della componente della pericolosità

Come già detto, la pericolosità di incendio su un determinato territorio esprime la possibilità del manifestarsi di incendi unitamente alla difficoltà di estinzione degli stessi.

La possibilità del manifestarsi di incendi è una grandezza che esprime la stima del numero medio di incendi che si verificano per unità di superficie e per unità di tempo. Pertanto si ha

$$Q(s,t) = \frac{N(s,t)}{S(s) * T(t)}$$

con: s porzione di territorio; t intervallo temporale; $Q(s, t)$ possibilità del manifestarsi di incendi nella porzione di territorio s nell'intervallo temporale t ; $N(s, t)$ stima del numero medio di incendi nella porzione di territorio s nell'intervallo temporale t ; $S(s)$ estensione della superficie della porzione di territorio s ; $T(t)$ durata dell'intervallo temporale t . Dal punto di vista dimensionale, tale grandezza è l'inverso del tempo per l'inverso di una lunghezza al quadrato.

La difficoltà di estinzione, intesa in senso generalizzato come l'inverso della facilità di propagazione, è una grandezza che può essere misurata attraverso una sua diretta conseguenza, cioè l'estensione media dell'area percorsa dal fuoco per ogni evento. Va osservato che, per la definizione adottata, la difficoltà di estinzione tiene conto come fattore intrinseco della disponibilità di risorse (umane, organizzative e materiali) utilizzabili per l'estinzione, oltre che naturalmente di fattori legati al territorio e al clima.

Formalmente si ha:

$$E(s,t) = \frac{F(s,t)}{N(s,t)}$$

con: $E(s, t)$ difficoltà di estinzione nella porzione di territorio s nell'intervallo temporale t ; $F(s, t)$ stima della media dell'estensione della superficie percorsa dal fuoco nella porzione di territorio s nell'intervallo temporale t . Dal punto di vista dimensionale, tale grandezza è una lunghezza al quadrato.

Poiché la pericolosità di incendio esprime la possibilità del manifestarsi di incendi unitamente alla difficoltà di estinzione degli stessi, essa può esprimersi come il prodotto di queste due grandezze

$$P(s,t) = Q(s,t) * E(s,t) = \frac{F(s,t)}{S(s) * T(t)}$$

con $P(s, t)$ pericolosità di incendio nella porzione di territorio s nell'intervallo temporale t . Dal punto di vista dimensionale, tale grandezza è l'inverso di un tempo; cioè, a titolo di esempio, una possibile unità di misura è: anno⁻¹.

Benché la pericolosità sia data dal prodotto di due grandezze, la possibilità e la difficoltà di estinzione, è consigliabile procedere ad una stima complessiva di tale grandezza, senza analizzare separatamente le due componenti. Tale approccio, adottato anche in letteratura (Società Botanica Italiana, 2004; Blasi *et al.*, 2004), è peraltro ritenuto ragionevole sia per la numerosità dei dati usualmente disponibili sia per la difficoltà a procedere a una stima separata della possibilità e della difficoltà di estinzione, poiché queste grandezze dipendono da molti fattori comuni. Infatti, ad esempio, la distanza dalla rete stradale e/o dai centri urbani, se da una parte è causa di un maggior numero di incendi dolosi e colposi (cioè incrementa la possibilità), dall'altra agevola un avvistamento e un tempo di intervento più tempestivi (cioè decrementa la difficoltà di estinzione).

La pericolosità, indicata con $P(s, t)$, varia al variare della porzione di territorio s considerata e dell'intervallo temporale t considerato. Essa presenta pertanto una variabilità sia nello spazio che nel tempo. In particolare la variabilità temporale può essere scomposta in tre dimensioni: le variazioni di lungo periodo (fra i vari anni), le variazioni stagionali (fra i vari mesi dell'anno) e le variazioni giornaliere (fra le varie ore del giorno). Tutte queste componenti di variabilità, spaziali e temporali, sono correlate fra loro, anche se in taluni casi molto debolmente, e quindi andrebbero analizzate insieme (ad esempio si pensi alla correlazione fra le varie regioni dello spazio e le variazioni stagionali: è ragionevole ipotizzare che le seconde sono più marcate nei luoghi dove l'escursione termica è più accentuata nel corso dell'anno). Tuttavia oltre alla complessità di un eventuale modello congiunto, vi è da considerare che usualmente non è disponibile un sufficiente numero di dati per la sua calibrazione. Ciò non dipende dalla reperibilità dei dati ma dall'effettivo numero degli eventi verificatisi, poiché anche prolungando negli anni precedenti la serie storica delle osservazioni si terrebbero in conto dati relativi a periodi molto lontani e poco attendibili per previsioni future (soprattutto quando una componente rilevante di incendi ha origine dolosa o colposa). Pertanto, si ritengono ragionevoli alcune ipotesi semplificative, come trascurare le variazioni di lungo periodo (soprattutto quando vengono utilizzate serie

storiche corte), o assumere che la variabilità spaziale, stagionale e giornaliera non siano correlate fra di loro, stimandole separatamente.

La previsione delle variazioni spaziali della pericolosità può basarsi su un modello additivo ponderato, già proposto in letteratura (Società Botanica Italiana, 2004; Blasi *et al.*, 2004). La procedura seguita consente la determinazione di un unico indice di valutazione a partire da più fattori predisponenti. Nel dettaglio, il valore della pericolosità di incendio è calcolato mediante una funzione che è una combinazione lineare dei valori dei fattori predisponenti moltiplicati per opportuni coefficienti. I fattori predisponenti possono essere suddivisi in categorie: orografici (altitudine, pendenza, esposizione), climatici (temperatura, precipitazioni, ventosità), uso del suolo (vegetazione, distanza dai centri abitati, distanza dalle vie di comunicazione). In particolare, ad integrazione di alcune indicazioni riportate in letteratura (Società Botanica Italiana, 2004; Blasi *et al.*, 2004), si ritiene indispensabile prendere in considerazione fattori quali la distanza da centri abitati e da vie di comunicazione, soprattutto quando una componente rilevante degli incendi è di natura colposa o dolosa.

Per calibrare i coefficienti, la metodologia proposta consiste nell'individuare quelli che massimizzano la somma pesata del quadrato della pericolosità nei punti in cui si sono verificati gli incendi osservati, usando come peso l'estensione dell'area percorsa dal fuoco in ciascun evento. Tale massimizzazione è stata effettuata sotto il vincolo che l'integrale della pericolosità sull'intera area protetta restituisca l'estensione della superficie percorsa dal fuoco annualmente (tale vincolo garantisce la corrispondenza fra la pericolosità e l'estensione effettivamente osservata delle aree incendiate, oltre più banalmente ad impedire che i coefficienti assumano valori infinitamente grandi). Operativamente il territorio può essere suddiviso in elementi finiti, in seguito per brevità chiamati celle. Pertanto ogni incendio è stato associato alla cella nella quale ricadono le sue coordinate (quelle del presunto punto di innesco) e l'operazione di integrazione è stata sostituita con un'operazione di somma. Il modello di ottimizzazione che risolve il problema della stima dei coefficienti della pericolosità, definisce un problema quadratico con vincoli lineari.

L'analisi delle variazioni stagionali (fra i vari mesi dell'anno) e delle variazioni giornaliere (fra le varie ore del giorno) della pericolosità possono essere condotte calcolando dei coefficienti che, moltiplicati per il valore di pericolosità osservato mediamente nel periodo di riferimento, diano la stima della pericolosità in ciascun mese e in ciascuna fascia oraria giornaliera. Tali coefficienti sono individuati come rapporto fra la frazione di superficie percorsa dal fuoco in ciascun mese o in ciascuna fascia oraria giornaliera rispetto al valore osservato nel periodo di riferimento, il tutto rapportato alla stessa unità di tempo. Coefficienti superiori all'unità sono associati ad intervalli temporali in cui la pericolosità è superiore alla media, mentre coefficienti inferiori all'unità sono associati a periodi in cui la pericolosità è inferiore alla media.

È possibile combinare la variabilità stagionale e quella giornaliera, assumendo che esse siano indipendenti.

Si ha:

$$P(t) = \lambda_{t_m} * \lambda_{t_f} * \Pi$$

con $P(t)$ stima della pericolosità nell'intervallo temporale t , individuato come combinazione di mese e fascia oraria (es: la fascia oraria 18.00-21.00 del mese di luglio); λ_{t_m} coefficiente moltiplicativo relativo al mese t_m ; λ_{t_f} coefficiente moltiplicativo relativo alla fascia oraria mese t_f ; Π stima della pericolosità media sull'intera area protetta.

È possibile infine combinare la variabilità temporale (stagionale e giornaliera) con la variabilità spaziale, sempre con l'ipotesi di indipendenza. Si ha

$$P(s, t) = \lambda_{t_m} * \lambda_{t_f} * P(s)$$

con $P(s)$ stima della pericolosità nella porzione di territorio s , calcolata secondo le modalità precedentemente descritte.

3.2 Stima della componente della gravità

La gravità esprime l'entità attesa del danno (inteso in senso generalizzato) che deriva dal passaggio del fuoco per un'unità di superficie. Con $G(s)$ si indica la gravità nella porzione di territorio s , assumendo ragionevolmente che la stessa sia indipendente dall'intervallo temporale. Dal punto di vista dimensionale tale grandezza è un valore economico moltiplicato per l'inverso di una lunghezza al quadrato; cioè, a titolo di esempio, una possibile unità di misura è: €·km⁻².

La gravità è funzione di molteplici aspetti (ambientale, paesaggistico, sfruttamento delle risorse agricole e forestali, offerta di aree turistiche e ricreative, funzione di tutela idrogeologica, funzione di stabilizzazione climatica, ecc.). Per esprimere quantitativamente la gravità si propone un modello in tre fasi:

- 1) la stima quantitativa dell'entità del danno associato annualmente ai singoli aspetti, che in alcuni casi può basarsi su valutazioni oggettive e quantitative (es.: danno economico desumibile con opportune correzioni e valutazioni dai dati catastali), mentre in altri risulta più difficoltosa e soggettiva (es.: valutazione del valore paesaggistico);
- 2) la somma delle stime del danno associate ai singoli aspetti, che comporta la necessità di omogeneizzare e pesare grandezze di diverso tipo, con l'inevitabile necessità di ricorrere ad una valutazione dei pesi per giungere ad un unico valore economico;
- 3) capitalizzare il valore economico così calcolato, riportandolo alla durata dell'intero periodo in cui gli effetti dell'incendio si risentono, con la necessità di attualizzarlo tenendo conto di una stima del tasso di capitalizzazione.

Mentre la prima e la terza fase possono esaurirsi nell'ambito del processo tecnico di redazione del piano, la seconda prevede preferibilmente l'intervento del decisore, cioè l'organo di gestione dell'area protetta, che è l'unico titolato a valutare il peso da attribuire alle diverse componenti, in funzione degli indirizzi di gestione (che, ad esempio, possono propendere più per la rigorosa tutela e conservazione della componente ambientale oppure per la promozione della fruizione turistica e delle attività antropiche ecosostenibili). Pertanto, assunto come facile riferimento il danno economico (misurabile in qualsiasi valuta monetaria), ciascun membro dell'organo di gestione dovrebbe fornire una propria stima degli altri aspetti (attribuendo, ad esempio, un valore monetario al danno

paesaggistico per ogni ettaro percorso dal fuoco, oppure ad ogni tonnellata in meno di anidride carbonica assorbita, ecc.), e infine si dovrebbe procedere a mediare tutte le stime. Va osservato che è di fondamentale importanza la modalità con la quale i tecnici addetti alla redazione del piano prospettano al decisore le scelte di competenza nella maniera più semplice e chiara possibile. In particolare, sono da preferire più valutazioni comparative concrete piuttosto che l'attribuzione di valori numerici che possono risultare astratti e incomprensibili, soprattutto quando le scale in gioco sono significativamente diverse.

Una corretta individuazione dei pesi non è fondamentale solo per attribuire la giusta importanza relativa a ciascuna componente, ma si rivelerà successivamente decisiva quando sarà necessario valutare se attuare o meno un intervento, calcolando se il suo costo è inferiore alla gravità del danno che esso presumibilmente riesce ad evitare.

La procedura sopra descritta è particolarmente gravosa, sia per la mole di dati necessaria, sia per l'attenzione da porre per evitare distorsioni nel risultato. Spesso, pertanto, è opportuna l'adozione di procedure semplificate.

3.3 Calcolo del rischio

Il rischio di incendio dipende dalla pericolosità e dalla gravità, e può esprimersi come il prodotto di queste due grandezze

$$R(s,t) = P(s,t) * G(s) = \frac{F(s,t)}{S(s) * T(t)} * G(s)$$

con $R(s,t)$ rischio nella porzione di territorio s nell'intervallo temporale t .

Dal punto di vista dimensionale tale grandezza è un valore economico moltiplicato per l'inverso di un tempo e per l'inverso di una lunghezza al quadrato; cioè, a titolo di esempio, una possibile unità di misura è: €·km⁻²·anno⁻¹.

4. L'APPLICAZIONE A UN CASO REALE: IL PIANO AIB DEL PARCO NAZIONALE DELL'ASPROMONTE

Al fine di esemplificare alcuni dei concetti descritti nel paragrafo precedente, sono illustrati alcuni aspetti salienti del Piano A.I.B. del Parco Nazionale dell'Aspromonte. Il piano è stato redatto basandosi sui dati degli incendi relativi all'ultimo quinquennio (2003-2007), la cui localizzazione, causa presunta ed estensione è rappresentata in figura 2.

Il valore medio della pericolosità è pari a $5,31 \cdot 10^{-3}$ anno⁻¹, cioè mediamente ogni anno lo 0,531% della superficie del Parco è percorsa dalle fiamme. Dall'analisi della variabilità temporale della pericolosità, riportata in figura 3, si osserva che da valori trascurabili nei mesi invernali si passa a valori di picco nella fascia oraria 9.00-18.00 dei mesi di luglio e agosto. Per quanto riguarda la variabilità spaziale della pericolosità, rappresentata in figura 4, la calibrazione dei fattori rilevanti ha avuto come

risultato che l'unico aspetto significativo è la distanza da centri abitati o luoghi altamente antropizzati (in merito si consideri che il numero di incendi riconducibili ad accertate cause naturali o accidentali è estremamente basso, circa lo 0,5%, e pertanto le origini nettamente predominanti sono quelle colpose e dolose).

La gravità è stata valutata con una procedura semplificata, calcolando un punteggio complessivo che è funzione della quantità di combustibile vegetale presente, di un opportunamente definito valore naturalistico (che tiene conto di flora e fauna), del rischio frana, della zonazione del Parco e della presenza di siti di interesse naturalistico. La gravità è rappresentata nella figura 5.

Il rischio di incendio è rappresentato nella figura 6, dove il territorio è stato suddiviso in tre zone, secondo la classificazione prevista dall'Unione Europea:

- zone ad alto rischio: zone il cui rischio permanente o ciclico di incendio di foresta minaccia gravemente l'equilibrio ecologico, la sicurezza delle persone e dei beni o contribuisce all'accelerazione dei processi di desertificazione;
- zone a medio rischio: le zone in cui il rischio di incendio di foresta, pur non essendo permanente o ciclico, può minacciare in misura rilevante gli ecosistemi forestali;
- zone a basso rischio: tutte le altre zone.

Si osserva che zone ad alto rischio si estendono per il 10,8% del territorio dell'area protetta.

La redazione del Piano A.I.B. secondo la metodologia proposta ha richiesto il supporto indispensabile di un GIS (Geographical Information System). Per mezzo di questo strumento sono state effettuate conversioni di strati informativi vettoriali in formato raster, operazioni di calcolo fra strati raster al fine di ottenere carte raster derivate; operazioni di riclassificazione dei raster, ecc.

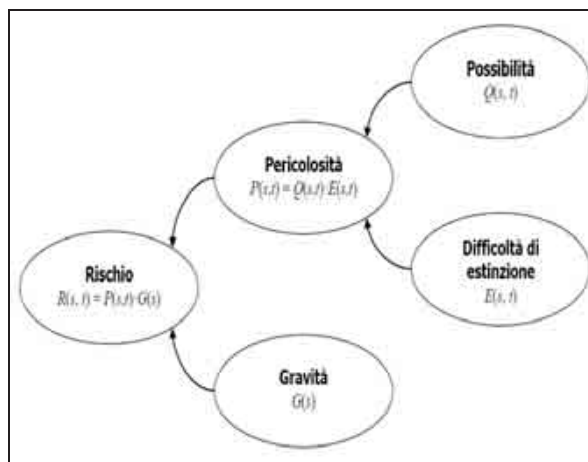


Figura 1. Quadro sinottico della valutazione del rischio.

Figure 1. Synoptic framework of risk evaluation.

Figure 1. Tableau synoptique de l'évaluation du risque.

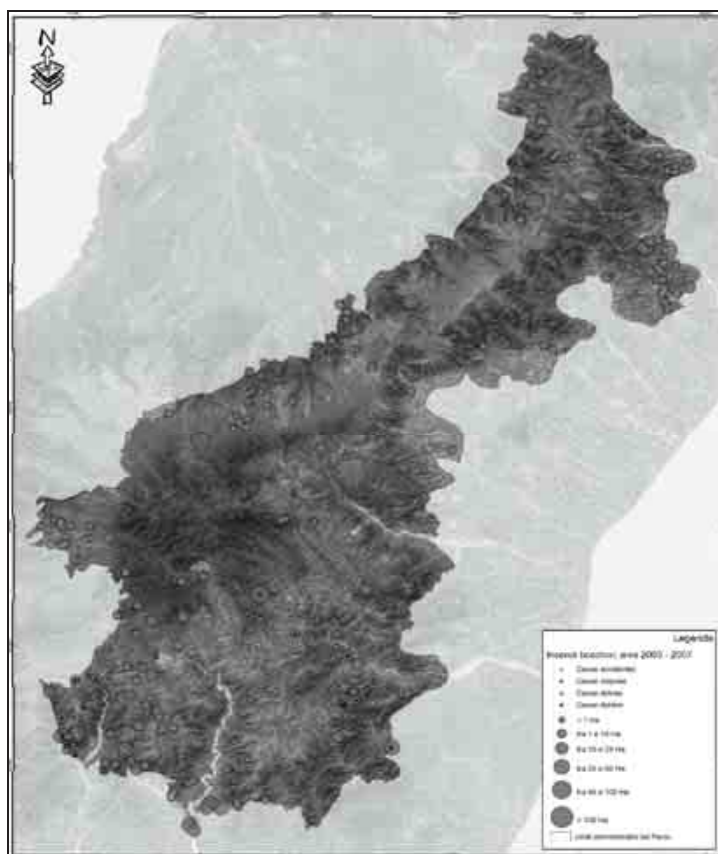


Figura 2. Localizzazione, causa ed estensione degli incendi boschivi (Parco Nazionale dell'Aspromonte).

Figure 2. Localization, cause and extension of wildfires (Aspromonte National Park).

Figure 2. Localisation, cause et étendue des incendies boisés (Parc National de l'Aspromonte).

<i>Pericolosità</i> <i>P(t)</i> (<i>anno⁻¹</i>)	Mese												<i>Media oraria</i> (<i>su tutti i mesi</i>)
	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	
0.00 - 3.00	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,02%	0,05%	0,07%	0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%
3.00 - 6.00	0,00%	0,00%	0,00%	0,02%	0,02%	0,09%	0,25%	0,33%	0,09%	0,00%	0,00%	0,00%	0,07%
6.00 - 9.00	0,01%	0,00%	0,03%	0,11%	0,12%	0,48%	1,30%	1,75%	0,50%	0,01%	0,01%	0,00%	0,36%
9.00 - 12.00	0,04%	0,00%	0,09%	0,38%	0,40%	1,63%	4,39%	5,91%	1,69%	0,04%	0,02%	0,00%	1,21%
12.00 - 15.00	0,02%	0,00%	0,05%	0,24%	0,25%	1,03%	2,77%	3,74%	1,07%	0,03%	0,01%	0,00%	0,77%
15.00 - 18.00	0,04%	0,00%	0,10%	0,45%	0,46%	1,89%	5,10%	6,88%	1,96%	0,05%	0,02%	0,00%	1,41%
18.00 - 21.00	0,01%	0,00%	0,01%	0,06%	0,06%	0,25%	0,68%	0,92%	0,26%	0,01%	0,00%	0,00%	0,19%
21.00 - 0.00	0,01%	0,00%	0,02%	0,07%	0,07%	0,30%	0,80%	1,08%	0,31%	0,01%	0,00%	0,00%	0,22%
<i>Media mensile</i> (<i>su tutte le ore</i>)	0,02%	0,00%	0,04%	0,17%	0,17%	0,71%	1,92%	2,58%	0,74%	0,02%	0,01%	0,00%	0,53%

Figura 3. Pericolosità - variabilità temporale (Parco Nazionale dell'Aspromonte).

Figure 3. Danger - temporal variability (Aspromonte National Park).

Figure 3. Dangerosité - variabilité temporelle (Parc National de l'Aspromonte).

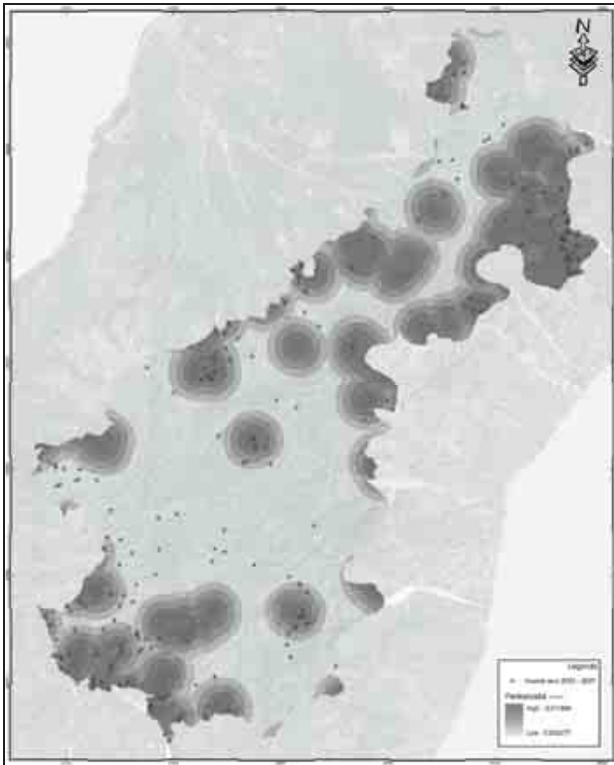


Figura 4. Pericolosità – variabilità spaziale (Parco Nazionale dell’Aspromonte).
 Figure 4. Danger – spatial variability (Aspromonte National Park).
 Figure 4. Dangersité - variabilité spatiale (Parc National de l’Aspromonte).



Figura 6. Rischio (Parco Nazionale dell’Aspromonte).
 Figure 6. Risk (Aspromonte National Park).
 Figure 6. Risque (Parc National de l’Aspromonte).

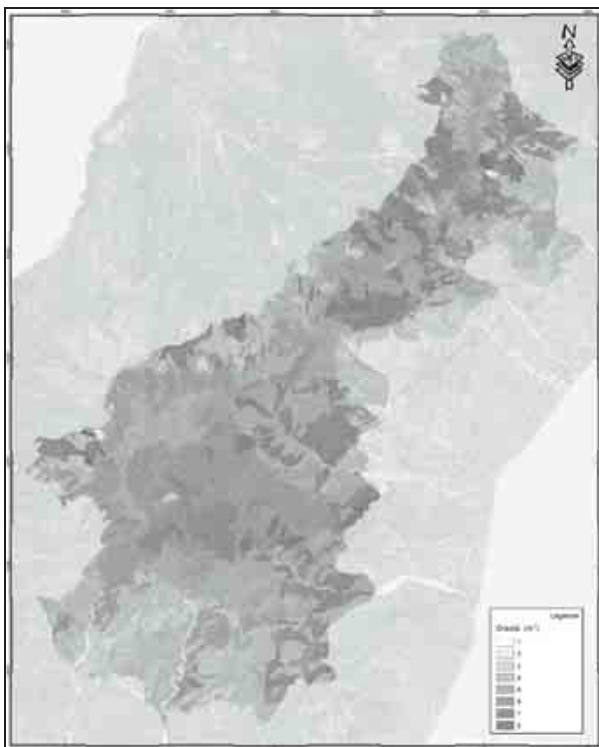


Figura 5. Gravità (Parco Nazionale dell’Aspromonte).
 Figure 5. Gravity (Aspromonte National Park).
 Figure 5. Gravit  (Parc National de l’Aspromonte).

SUMMARY

METHODOLOGICAL ASPECTS FOR THE DRAFTING OF AIB PLANS IN PROTECTED NATURAL AREAS: AN APPLICATION TO THE ASPROMONTE NATIONAL PARK

The Italian law 353/2000 “Framework law about wildfires” establishes that, for natural parks and natural reserves of the Italian nation, a suitable plan has to be drawn up by the Environment Ministry together with interested regional governments, on the basis of a proposal of park authorities. The purpose of this tool is to plan measures against wildfires, choosing the actions with higher priority. Obviously, an essential requirement for this aim is the forecast of the phenomenon, that has to be necessarily based on the analysis of what happened in the last years. The result of this forecast can be synthesized by using an indicator, called fire risk, that contemporaneously express: the probability that the event occurs, its propagation easiness and extinction difficulty, the gravity of consequent damages. This synthesis is as more effective as it can express in a more truly way the components of whom it is made up. In this paper is proposed a methodology for the calculation of this indicator, based on a quantitative approach. In particular the existing mathematical relationships among risk and its components are formally expressed; moreover a physical dimension is assigned to each component, so that the measurability is allowed and, therefore, the verifiability of the performed

prediction is allowed too. In order to calculate each component, mathematical models are proposed, whose parameters can be calibrated. The proposed methodology was experimented by applying it, with the aid of a GIS, to the drawing up of the Plan for programming forecast, prevention and active fight activities against wildfires of the Aspromonte National Park (Calabria, Italy).

RÉSUMÉ

ASPECTS METHODOLOGIQUES POUR LA REDACTION DES PLANS AIB DES ZONES PROTEGEES NATURELLES: UNE APPLICATION AU PARC NATIONAL DE L'ASPROMONTE

La Loi Cadre n. 353/2000 "Loi en matière d'incendies de forêts" vise à l'élaboration d'un plan spécial pour les parcs naturels et les réserves naturelles rédigé par le ministre de l'environnement avec l'appui des régions concernées sur proposition des organismes gérants. Cette loi a pour objectif de planifier des mesures pour la lutte contre les incendies de forêts en fonction des interventions prioritaires. Dans ce but, il faut prévoir le phénomène à travers l'analyse des événements de ces dernières années afin de déterminer le risque d'incendie. Cet indicateur exprime en même temps la probabilité pour l'événement de se vérifier à nouveau, sa facilité de propagation et la difficulté d'extinction aussi bien que la gravité des dommages causés. Ces données sont d'autant plus efficaces qu'elles sont véridiques.

Cet article se propose de présenter une méthodologie de calcul du risque d'incendie basée sur une approche quantitative. Notamment, on a formalisé les relations mathématiques liant le risque et ses divers facteurs en attribuant à chaque relation une dimension physique

mesurable apte à confirmer ou non la vraisemblance des résultats des prévisions effectuées. En ce qui concerne le calcul des membres uniques, on a proposé des modèles mathématiques aux paramètres calibrables.

La méthodologie proposée a été expérimentée à l'aide d'un GIS à l'occasion de la rédaction du Plan pour la programmation des activités de prévision et prévention des incendies de forêts du Parc National d'Aspromonte (Calabre, Italie).

BIBLIOGRAFIA

- Blasi C., Bovio G., Corona P., Marchetti M., Maturani A., 2004 - *Incendi e complessità ecosistemica. Dalla pianificazione forestale al recupero ambientale*. Edizione a cura di Di Marzio P., Melekh A., Moretti G.
- Dipartimento della Protezione Civile, 2002 - *Linee Guida per la redazione del piano regionale AIB di cui al Decreto della Presidenza del Consiglio dei Ministri del 20 dicembre 2001*. Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana del 26.2.2002, S.G. n. 48.
- Ente Parco Nazionale dell'Aspromonte, 2007 - *Piano per il Parco*.
- Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, Direzione per la Protezione della Natura, 2002 - *Schema di Piano per la programmazione delle attività di previsione, prevenzione e lotta attiva contro gli incendi boschivi nelle aree naturali protette statali*.
- Società Botanica Italiana, 2004 - *Manuale tecnico di pianificazione antincendi boschivi nelle aree protette. Progetto di supporto tecnico-scientifico alla Pianificazione Antincendi Boschivi nelle Aree Naturali Protette Statali*. Sito web www.minambiente.it.

I METODI INVESTIGATIVI PER LA RICERCA DELLA CAUSA DI INCENDIO BOSCHIVO

(*) *Corpo forestale dello Stato, Servizio I, Divisione III, Nucleo Investigativo Antincendio Boschivi*

In Italia gli incendi boschivi rappresentano una complessa questione con gravi conseguenze per la sicurezza ambientale, per le foreste, per la biodiversità, per l'influenza sui cambiamenti climatici e, non ultimo, per le minacce che questi eventi pongono per la sicurezza pubblica.

Questo drammatico fenomeno, come sappiamo, colpisce molte parti del mondo, il Sud-Europa, la Russia, il Nord-America (Canada, USA), il Sud-America (Brasile), l'Estremo Oriente (l'Indonesia), l'Africa, l'Australia.

Le cause predisponenti gli incendi boschivi sono il clima e la presenza di combustibile rappresentata dalla vegetazione disidratata, a volte in imperfette condizioni colturali. Le cause determinanti questi eventi, nel 98% dei casi, almeno nel nostro Paese, sono la negligenza e le azioni volontarie dell'uomo. Le cause naturali, i fulmini o le eruzioni vulcaniche incidono per il rimanente 2%.

Questo grave fenomeno in atto sul nostro pianeta, pone agli Organi decisori ai vari livelli, nazionali ed internazionali, Organi di governo, Agenzie di polizia e Enti di Protezione civile l'attivazione, a secondo i casi e i propri ambiti funzionali, di azioni di mediazione e di composizione dei processi economici, sociali, ambientali e di azioni di controllo della minaccia rappresentata dagli incendi boschivi.

È indispensabile, di fronte a questa nuova tipologia di rischio, che il decisore utilizzi ipotesi provenienti da processi di analisi che possano fare intraprendere al responsabile delle decisioni, azioni mirate e qualificate per l'innalzamento del livello di controllo e di sicurezza ambientale.

LA LEGGE QUADRO NAZIONALE SUGLI INCENDI BOSCHIVI
(L. 21 NOVEMBRE 2000, N. 353) CARATTERISTICHE DEL
FENOMENO E NUOVO SISTEMA SANZIONATORIO

Il fenomeno degli incendi boschivi presenta caratteristiche specifiche di criticità che possiamo sintetizzare in cinque fattori principali e che rendono per questo la minaccia particolarmente complessa da affrontare. a) per contrastare il fenomeno in modo efficace le Amministrazioni dello Stato impegnate, devono porre in atto azioni correlate e sinergiche secondo tre funzioni principali, soccorso pubblico e protezione civile, sicurezza pubblica e ordine pubblico; b) al verificarsi dell'evento per il raggiungimento della massima efficacia, tutte queste tre funzioni devono essere assicurate e messe in atto nello stesso momento; c) gli incendi boschivi rappresentano "un'emergenza ordinaria". L'emergenza dovrebbe essere un evento che si verifica in modo episodico. Gli incendi boschivi invece sono un fenomeno di ordinaria emergenza, in quanto, come detto, la quasi totalità degli incendi boschivi è provocata dall'uomo; d) il numero degli incendi boschivi non è uniforme sul territorio nazionale, ma dall'analisi dei dati riferiti al periodo 2001 - 2008, risulta che il 90% degli eventi di incendio boschivo è concentrato in poco più di 45 province; e) l'accertamento dei reati avviene in zone vastissime ed impervie; le indagini sono attuate in zone dove la densità abitativa è scarsa e quindi dove il minimo cambiamento è immediatamente percepito e segnalato; il numero dei reati è enorme, circa 7.000 l'anno solo per gli incendi boschivi; gli ordigni differiscono nel tempo l'azione criminosa, consentendo agli autori dei reati di allontanarsi anche alcune ore prima che il reato si concretizzi; le matrici (cause o moventi) illegali o criminali sono numerose e diverse.

Il percorso normativo intrapreso dal Parlamento e dal Governo nell'anno 2000 con la legge quadro è stato finalizzato alla riorganizzazione complessiva delle attività di

protezione civile ed al potenziamento degli strumenti di indagine e di conoscenza del fenomeno.

Riguardo gli strumenti investigativi, sono stati approvati in sequenza tre atti normativi correlati: a) Decreto legge 4 agosto, 2000 "modifiche al codice penale", convertito con legge 6 ottobre 2000, n. 275" che ha introdotto l'art. 423-bis nel codice penale; b) Decreto del Capo del Corpo Forestale dello Stato del 10 agosto, 2000 che ha istituito presso l'ex Direzione Generale delle Risorse Forestali, Montane ed Idriche (oggi Ispettorato Generale) il Nucleo Investigativo Antincendio Boschivi (N.I.A.B.) per l'indirizzo ed il coordinamento delle attività d'indagine degli Uffici periferici del Corpo Forestale dello Stato; c) Legge 21 novembre 2000, n. 353 "legge-quadro in materia di incendi boschivi" che ha concluso l'iter dei provvedimenti normativi per il settore.

Nell'anno 2001 il Governo nel corso della XIV legislatura, non ha mutato l'indirizzo dato al settore dal precedente Governo ma anzi ha sostanzialmente ribadito l'impianto della normativa. Infatti il 13 settembre del 2001 il Governo ha affidato al Corpo Forestale dello Stato l'incarico di predisporre l'Indagine Conoscitiva sugli Incendi Boschivi presentata dal Ministro delle Politiche agricole e forestali nel gennaio del 2002 e discussa nella seduta del Consiglio dei Ministri il 21 febbraio del 2002.

Questa Indagine è particolarmente significativa ed ha indicato un metodo di lavoro tuttora in atto.

Infatti, per potere effettuare delle efficaci indagini, i nuovi strumenti normativi necessitano del preliminare lavoro di raccolta, selezione e analisi delle informazioni di tipo informativo e statistico per indirizzare gli sforzi investigativi in modo mirato ed ottimizzare le risorse umane, strumentali e finanziarie a disposizione.

Il Decreto 28 aprile 2006 "Riassetto dei comparti di specialità delle Forze di Polizia" e il Decreto legge 23 maggio 2008 "Misure urgenti in materia di sicurezza", hanno rafforzato la normativa di settore, il primo affidando al Corpo

forestale dello Stato in materia di sicurezza la prevenzione e il contrasto degli incendi boschivi, il secondo introducendo alcune modifiche al codice penale finalizzate a rendere più celeri i processi delle persone colte in flagranza di reato di incendio boschivo e per fare in modo che gli autori di reato di incendio boschivo doloso scontino in modo effettivo la pena in carcere.

La legge 353/2000 viene comunemente definita come una normativa che ha inasprito le pene per il reato di incendio boschivo. E' importante preliminarmente porre in rilievo l'art. 2 della legge 353/2000, la nuova definizione di incendio boschivo, che ha consentito una maggiore efficacia di intervento alla polizia giudiziaria.

L'art. 2 dice: "per incendio boschivo si intende un fuoco con suscettività a espandersi su aree boscate, cespugliate o arborate, comprese eventuali strutture e infrastrutture antropizzate poste all'interno delle predette aree, oppure su terreni coltivati o incolti e pascoli limitrofi a dette aree".

I caratteri distintivi della nuova definizione di incendio boschivo sono quelli, della suscettività, possibilità o potenzialità dell'incendio a espandersi su aree boscate, cespugliate o arborate, e della vicinanza dei terreni coltivati, degli incolti e dei pascoli alle sopra dette aree boschive, arborate o di bassa macchia.

Con tale definizione, quindi, l'incendio boschivo si configura anche quando il fuoco è appiccato in zone limitrofe alle aree boscate ed il fuoco ha le potenzialità di provocare un incendio al bosco vicino.

In tal modo l'operatore di polizia giudiziaria possiede lo strumento normativo di indubbia efficacia per "anticipare" l'azione dell'incendiario o del piromane prima che lo stesso possa causare con la propria condotta negligente o volontaria danni di ben maggiore entità al bosco, ma quando, in ogni caso, abbia già messo in atto con comportamenti inequivocabili la propria condotta incendiaria.

Questa norma di eccezionale importanza ha consentito di bloccare numerosi incendi prima che gli stessi interessassero le aree boschive, segnalando all'Autorità Giudiziaria gli autori del fatto.

L'intento del legislatore, è quello di bloccare gli incendi appena appiccati, non solo quelli provocati direttamente dentro il bosco, ma anche quelli provocati al limite del bosco, nelle zone di confine fra le colture agrarie e pascolive ed il bosco.

Infatti, il numero maggiore di incendi colposi sono provocati dagli operatori agricoli e dall'assenza di qualunque tipo di attenzione dell'orario giornaliero, del periodo climatico e delle modalità di esecuzione con cui possono essere distrutti con il fuoco i residui di lavorazioni, le stoppie, le potature degli oliveti, dei castagneti, dei nocioleti, le ripuliture dei coltivi o dei terreni attorno casa o al proprio campo, la distruzione della lettiera. Invece un numero consistente di incendi dolosi sono provocati dai pastori che incendiano le zone limitrofe al bosco e quelle di macchia mediterranea per provocare la rinnovazione della vegetazione erbacea quale foraggio per i propri greggi o anche come accaduto quest'anno in provincia di Crotone e Vibo Valentia, per provocare rispettivamente la crescita degli asparagi o la risalita in superficie delle lumache. In questi due casi tre persone sono state arrestate in flagranza di reato.

I risultati dell'azione di contenimento come vedremo sono positivi e l'azione è efficace, ma a condizione che, siano

delineati con precisione ed in modo chiaro l'aspetto oggettivo del reato (luogo, condizioni climatiche e orografiche, aspetti vegetazionali, modalità di innesco dell'incendio, ritrovamento di reperti) e l'aspetto soggettivo (condotta negligente o dolosa dell'autore del reato).

Il personale che interviene sul luogo dell'incendio deve agire in modo da prospettare all'Autorità Giudiziaria un quadro esauriente e chiaro dei fatti, intervenendo con specializzazione di strumenti e professionalizzazione per le capacità operative possedute.

Il Corpo Forestale dello Stato ha perseguito questo indirizzo sin dall'anno 2000, formando e specializzando negli anni successivi 510 Gruppi operativi dislocati sul territorio nazionale sull'attività tecnica di repertazione. Questi Gruppi sono in grado di applicare il M.E.F. (Metodo delle Evidenze Fisiche) per individuare con precisione il punto di inizio dell'incendio e di repertare gli ordigni, gli inneschi e/o parti di essi, gli acceleranti della combustione e i reperti biologici (tracce di DNA o impronte digitali) lasciati dall'autore del reato nei luoghi di innesco. Tali attività sono finalizzate a "cristallizzare" i luoghi del reato in modo efficace attraverso la redazione del verbale di accertamenti urgenti, ai sensi dell'art. 354 c.p.p.

Risulta decisivo, quindi, per l'efficacia dell'azione della polizia giudiziaria, che la rappresentazione delle modalità e dei luoghi dove l'incendio è stato provocato sia esauriente e chiara, in modo che l'Autorità Giudiziaria possa decidere sulla base di una fotografia dei fatti quanto più aderente alla realtà.

Il reato di incendio boschivo previsto dall'art. 423-bis è un reato di dolo, di pericolo presunto, per il quale è sufficiente la minaccia e non è necessaria l'offesa al bene protetto. Il pericolo è già insito nell'azione, nella condotta stessa dell'autore del reato. La protezione contro la minaccia dell'incendio è così forte che il bene è protetto già quando sussiste il fumus del pericolo per l'incolumità pubblica e quindi per la vita umana.

La norma sanziona il pericolo del fuoco atto a produrre maggiori danni al patrimonio forestale nazionale e all'incolumità pubblica, anche quando deriva da incendi prodotti in terreni agrari vicini.

La nuova definizione di incendio boschivo modifica anche l'interpretazione della fattispecie di reato relativa al tentativo di incendio boschivo (art. 56 c.p.), anticipando la fattispecie del tentativo.

DATI E METODI DI INDAGINE

Durante il periodo 2000 - 2008 (fino al 12 settembre) il Corpo forestale dello Stato ha segnalato all'Autorità Giudiziaria sul territorio nazionale 3.417 persone di cui 122 sono state arrestate in flagranza di reato o a seguito di misura di custodia cautelare, che rappresentano l'8% del numero degli incendi.

Gli incendi boschivi sono causati da atti colposi o dolosi in percentuale di circa il 50%, ma il dato non è preciso in quanto si basa su valutazioni statistiche non definite altrimenti. La maggior parte degli incendi colposi nella percentuale del 74% sono causati, come detto, dalle attività agricole di ripulitura e distruzione dei residui poste in atto con estrema negligenza e in cui, come quest'anno, già tre operatori agricoli sono deceduti mentre le mettevano in atto.

La rimanente parte sono causati dalle scintille provocate da apparecchiature meccaniche con i quali sono effettuati lavori in territori rurali, dai fuochi di artificio, dalle scintille provocate dai ferodi surriscaldati dei treni in marcia in zone di forte pendenza. La maggior parte degli incendi dolosi sono provocati dai piromani o dagli incendiari per vari interessi economici, quali: a) pastori; b) addetti allo spegnimento degli incendi stessi; c) bracconieri di cinghiali per spostare gli animali o per ritorsioni fra squadre differenti per il predominio del territorio; bracconieri che hanno l'esigenza di diradare le selve per cacciare; d) singole persone per ragioni di vendette o estorsioni o per deprezzamento dei beni altrui; e) criminali che vogliono costruire edifici o effettuare opere di riforestazione nelle zone percorse dal fuoco o per utilizzare e poi vendere il materiale legnoso avvampato ma non bruciato.

In Italia il fenomeno degli incendi boschivi può essere così schematizzato: a) colposità, che a volte assume il profilo dell'irresponsabilità, causata soprattutto dalla distruzione dei residui vegetali o dalle ripuliture di terreni e incolti; b) illegalità diffusa (fenomeni legati al bracconaggio di cinghiali; fenomeni causati dagli addetti allo spegnimento; ritorsioni); c) criminalità rurale (pastori legati a contesti criminosi; deprezzamento di terreni e lotti boschivi; intimidazioni; fenomeni legati a successive costruzioni edilizie, rimboschimenti ed utilizzazioni).

L'impegno maggiore del Corpo forestale dello Stato è quello di potere verificare l'esistenza di possibili fenomeni legati alla criminalità organizzata in questo settore.

Il Corpo forestale dello Stato con l'introduzione della legge quadro sugli incendi boschivi e del reato specifico di incendio boschivo, art. 423-bis c.p., ha migliorato la capacità di identificare gli autori dei reati e di individuare il punto di inizio degli incendi con il Metodo delle Evidenze Fisiche (M.E.F.), per potere effettuare le successive attività di sopralluogo e di repertazione nella scena del crimine.

L'obiettivo del M.E.F. è di restringere il campo dove cercare le tracce degli incendiari, i residui degli ordigni, comprendere come è stato appiccato l'incendio, individuare la causa per potere identificare l'incendiario. Il progetto è stato sviluppato in collaborazione con Dipartimento di Scienze dell'Ambiente Forestale e delle sue Risorse dell'Università degli Studi della Tuscia di Viterbo.

Il principale obiettivo è di individuare la minaccia e di migliorare la conoscenza del fenomeno. Dobbiamo conoscere, specialmente, se oltre alla negligenza degli atti, all'illegalità diffusa, alla criminalità rurale esiste l'interesse della criminalità organizzata in questo settore o addirittura di monitorare l'interesse eventuali persone legate a fenomeni di terrorismo o per creare turbative contro le istituzioni.

Questi obiettivi si stanno attuando grazie alla normativa specifica esistente, all'utilizzazione di specifiche metodologie per la ricerca della causa di incendio boschivo, all'utilizzazione di idonei metodi di analisi e di investigazione, così da migliorare la conoscenza e mettere a punto il profilo degli incendiari, territorio per territorio.

Nel mese di luglio 2008 è stato predisposto insieme al Centro Studi per la Promozione Scientifica e le Tecniche di Polizia Giudiziaria Ambientale del Corpo forestale dello Stato diretto dal Dr. Maurizio Santoloci, Magistrato, il documento denominato "Contributo per l'esame dei fattori critici nella operatività di polizia giudiziaria finalizzata alla

strategia di contrasto degli incendi boschivi", che riguarda le linee guida che il personale dell'Amministrazione deve applicare nell'esecuzione delle attività operative. Sono in fase di ultimazione altre due distinte pubblicazioni, una con l'Unità di Padova dell'Istituto per la Dinamica dei Processi Ambientali del Centro Nazionale delle Ricerche che riguarda le linee guida da applicare per le attività di repertazione tecnico-scientifiche dei residui degli ordigni e degli inneschi e l'altra insieme all'Università degli Studi della Basilicata, Facoltà di Agraria, Dipartimento di Scienze dei Sistemi Culturali, Forestali e dell'Ambiente per le linee guida di applicazione del M.E.F. (Metodo delle Evidenze Fisiche) per la ricerca del punto di inizio degli incendi boschivi.

L'attività investigativa, quella di individuazione del punto di inizio degli incendi e quella di repertazione sono le tre attività indispensabili per la ricerca della causa di incendio boschivo.

Preliminarmente è molto importante identificare il punto esatto da cui è iniziato l'incendio. Questo è essenziale per stabilire la causa precisa dell'evento. Con il Metodo delle Evidenze Fisiche vengono "lette" le tracce che l'incendio lascia sulla vegetazione, sugli alberi e sulle pietre. La direzione del vento aiuta a seguire le tracce per arrivare al punto di origine dell'incendio. Per questa attività vengono utilizzate anche le testimonianze raccolte nei luoghi in cui è commesso il reato. Nell'area individuata si cercano i residui degli ordigni e le tracce lasciate dai criminali.

Gli ordigni e le tracce da essi lasciate sul terreno sono analizzati con la collaborazione dell'Unità dell'Istituto Nazionale delle Ricerche di Padova sopra menzionata che svolge una specifica attività in questo settore ed ha caratterizzato i principali ordigni utilizzati in Italia quali: "zampirone", "sigaretta con fiammiferi", "candela", "juta con fiammiferi", "bottiglia tipo molotov" e "vegetazione attorcigliata". Questi ordigni sono stati documentati ed inclusi in una specifica banca dati a disposizione degli Uffici territoriali. L'Istituto analizza anche i campioni di terreno per la ricerca degli acceleranti della combustione.

Sei differenti casi sono stati risolti attraverso l'esame del D.N.A. o delle impronte digitali grazie alla collaborazione del Servizio di Polizia Scientifica della Direzione Centrale Anticrimine della Polizia di Stato di Roma.

Sono adottate specifiche procedure, denominate P.O.R. - Protocollo Operativo di Repertazione, per le attività di sopralluogo da svolgere in campo e per la redazione degli atti da trasmettere all'Autorità Giudiziaria.

La legge 353/2000 prevede inoltre, come noto, all'art. 10, comma 1, alcuni divieti a effettuare per un certo numero di anni specifiche attività produttive nelle zone boscate e nei pascoli percorsi dal fuoco, così da imporre un deterrente all'uso illegale e distruttivo del fuoco utilizzato per agevolare attività illecite a danno del bosco. I divieti sulle aree percorse dal fuoco, sono di differente durata a secondo il pericolo, l'intensità e la frequenza con cui le attività sono attuate: a) per 15 anni le aree non possono avere destinazione diversa da quella in atto prima dell'incendio; b) per 10 anni è vietata realizzazione di edifici; c) per 5 anni sono vietate le attività di rimboschimento e ingegneria ambientale; d) per 10 anni sono vietati il pascolo e la caccia.

Il Corpo Forestale dello Stato, ha messo a punto nell'anno 2003 uno specifico tematismo del S.I.M. (Siste-

ma Informativo della Montagna) di Rilievo delle Aree Percorse dal Fuoco (R.A.P.F.) con il quale sono state censite con proprio personale queste aree attraverso l'uso del G.P.S., utilizzando sia i metodi speditivi che quelli che ripercorrono l'intero perimetro dell'area. Nell'anno 2007 la rilevazione delle aree è stata effettuata in modo completo.

In ogni caso, pur considerando le difficoltà riscontrate di applicazione dello strumento del catasto da parte dei Comuni, si evidenzia l'efficacia dello strumento soprattutto in fase preventiva per nuove costruzioni.

CONCLUSIONI

La legge quadro in materia di incendi boschivi, n. 353 del 21 novembre 2000, ha riorganizzato l'intero settore secondo tre direttrici principali: a) migliorare il quadro di coordinamento delle attività di protezione civile e soccorso pubblico; b) innovare il sistema sanzionatorio; c) introdurre un sistema virtuoso dei finanziamenti alle Regioni, secondo il principio inversamente proporzionale, meno incendi - maggiori finanziamenti.

L'obiettivo della normativa è quello di controllare e contrastare la minaccia degli incendi boschivi attraverso l'attuazione di un sistema correlato e sinergico, secondo i tre indirizzi richiamati.

Il sistema sanzionatorio, di tipo penale, amministrativo e preventivo con i divieti previsti, rappresenta un'ulteriore azione di rafforzamento per la difesa dei boschi dagli incendi ma non è, di per sé, risolutiva del problema.

Questo, in considerazione del fatto che si è in presenza di un fenomeno complesso e multiforme le cui matrici d'origine, o cause di incendio, sono da individuarsi in fenomeni di illegalità diffusa, di estrema superficialità di comportamenti e anche di criminalità con specifiche caratteristiche al contesto rurale.

Il fenomeno perpetua antiche pratiche colturali e di allevamento tipiche da sempre degli ambienti rurali, è una conseguenza della rottura di equilibri consolidati, manifesta lo scatenarsi di tensioni nuove, anche di tipo psico - patologico.

Per questo, il fenomeno degli incendi boschivi è lo specchio di una complessa realtà socio - economica che si verifica con frequenza e pericolosità, soprattutto nei territori di confine fra colture agrarie e forestali, più instabili dal punto di vista della ricchezza prodotta e della compattezza del tessuto sociale.

In tale contesto il complesso delle azioni sanzionatorie sono indispensabili quale deterrente alle future azioni illegali, quale percezione della legalità e della presenza dello Stato e quale baluardo di sicurezza per l'incolumità delle popolazioni colpite con frequenza da questo fenomeno.

Gli specifici rapporti di raccolta delle informazioni redatti dal personale del Nucleo Investigativo Antincendi Boschivi, dall'anno 2000 ad oggi, dopo ogni arresto effettuato dalle strutture operative del Corpo Forestale dello Stato, hanno mostrato in modo inequivocabile l'efficacia dell'azione repressiva sul fenomeno, se attuata con continuità.

La risoluzione della complessa problematica può avvenire aggredendo e definendo con azioni che incidono in modo preventivo e risoluto le numerose e diverse cause che sono alla base dei comportamenti colposi o dolosi di incendio avendo ben chiaro che la percentuale di eventi in-

ciendiari originati da cause naturali o da cause colpose quali il mozzicone di sigaretta rappresentano una percentuale assolutamente non significativa per la definizione del problema.

L'incendio boschivo è il sintomo dei disequilibri socio - economici, del territorio, delle nostre campagne e delle montagne.

È il sintomo esponenziale e dirompente della crisi che, almeno in certi territori, coinvolge l'agricoltura italiana, specialmente quella dei territori marginali, quella del Mezzogiorno, delle Isole. È il segnale di crisi del mancato rapporto, almeno in certi territori, fra l'agricoltura e l'ambiente.

È il segno di impoverimento progressivo e di insoddisfazione dell'Homo Incendiarius abbandonato nel contesto in cui opera che singolarmente o in associazione con più persone lucra dalla distruzione dei boschi, minaccia, impone, controlla, contrappone l'illegalità alla legalità.

Occorre difendere nell'immediato le popolazioni bloccando gli incendiari e piromani, occorre ridare sviluppo al nostro territorio rurale e montano, occorre esaltare il connubio agricoltura - ambiente per innescare i processi produttivi che possano auto-tutelare il territorio dagli attacchi degli incendiari.

Le attività di ricerca della causa degli incendi boschivi e di contrasto dei crimini incendiari condotte in questi anni dal Corpo forestale dello Stato offrono un quadro di chiarezza delle cause che sono alla base di queste enormi distruzioni. E non tutto è stato chiarito, ci sono ancora zone di ombra sulle quali è focalizzata la nostra attenzione.

Questo è un prezioso bagaglio di conoscenze che i forestali mettono a disposizione del mondo accademico e scientifico, dei pianificatori del territorio, degli analisti, e dei decisori di Governo affinché possano essere attuate quelle azioni virtuose che possano contenere il fenomeno, difendere le popolazioni, tutelare i boschivi ed invertire il trend di un fenomeno che non dobbiamo subire ineluttabilmente anche nei decenni futuri.

RINGRAZIAMENTI

Colgo l'occasione per ringraziare i partners delle Istituzioni scientifiche e delle Agenzie di Polizia citati nell'intervento che con il loro prezioso contributo e la loro passione ci hanno consentito in questi anni di svolgere al meglio il nostro lavoro.

Ringrazio tutti voi dell'attenzione concessami.

SUMMARY

INVESTIGATIVE METHODES AGAINST FOREST FIRES

In Italy the forest fires is the enormous problem with different consequences for environmental security (forests, biodiversity, climate changes) and especially for public security (people).

This serious phenomenon interests large areas of the world as the South Europe, the Russian, the North America (Canada, USA), the South America (Brasil), the Far East, the Africa, the Oceania (Austrian).

In 2007 in Italy 10.165 forest fires there were and 225.000 hectares of forest were on fire (are burned).

In the period 2000-2007 in Italy took place on average 7.583 forest fires that destroyed 41.838 hectares of forests.

The Italian law of 1° March 1975 provided the activities, the equipment, the organization for to put out the fires (civil protection activities). The Italian law of 21 November 2000 ("Law contest on forest fires") added a these civil protection actions the activities for to identify and to stop the people (incendiaries, pyromaniacs, arsonists) that commit the crime with negligence (culpable fires) or with criminal intent (intentional fires). This law introduced in the penal code the specific crime of forest fire (art. 423-bis).

In this problem we have to distinguish always the climatic factors by the actions that cause the forest fires. The sparks that provoke the forest fires caused almost always by the people.

In fact in Italy the 98% of forest fires caused for people, only 2 % of forest fires caused for natural phenomenon as the lightning or the volcanic eruptions.

For this in Italy, as in other Countries, the forest fires are a particular emergency because this phenomenon happen every year and not, for example as natural phenomenon as a earthquake, that happen rare.

For this reason it is very important to carry out the investigative activities that act as a deterrent against the forest fires criminal. The only punishment don't resolve the problem but is necessary for to defend the people by incendiaries or arsonists.

In Italy the forest fires are with culpable or intentional origin, in measure about 50%, but this isn't a certain date.

The most of culpable forest fires committed by the people (farmers) that work in countryside, that with the absolute negligence destroy with fire the vegetable residues for to clear the fields or for destroy the residues of trimming trees. The small percentage of forest fires caused by the sparks provoked by devices or by electric threads or cigarettes.

The most of arsons committed by pyromaniac with mental troubles or by incendiaries for self interests. The incendiaries are: a) the shepherds that destroy with fire the vegetation because needs the grass (new vegetation) grows; b) some times the people that put out the fires and before they cause these; c) the poachers of wild boars for to move the animals by the area at another; d) the people for reasons of revenge; e) the people for to build or for to reaforest after the criminals caused the arsons.

The State Forest Corps with law of 2000 and the specific crime (art. 423-bis of penal code), organised in these years the investigative methods for to identify the point of beginning of the fires (Physical Evidence Methode), for to find the devices or them tracks or fuel tracks used, for to stop the arsonists.

The State Forest Corps employ 510 Groups trained and equipped with specific backpack or little bag and therefore it is employ too the 1.100 Station Command and 75 Investigative Environmental Group.

The Investigative Fires Forest Group (Nucleo Investigativo Antincendi Boschivi, N.I.A.B.) coordinate these operative structures.

The outcome is to characterize the forest fires threat and to improve the knowledge in this matter. Specifically we want to know whether – in addition to negligence, to the diffused social illegal environment, to the social illegality sporadically connected with organized crime – a concrete interest of the organized crime, and/or people linked to the international terrorism, in realizing a threat against the institutional regimes.

For this objective it is very important to use the best practices and the guidelines, to have the national specific legal frame, to use specific methodologies for the search of the causes, to use the analysis and investigation methods, to improve the present knowledge of forest fires criminal and arsonists profiles.

PRINCIPI GUIDA NELLA LOTTA AGLI INCENDI BOSCHIVI IN TOSCANA

(*) Settore Programmazione Forestale, Regione Toscana

(**) Organizzazione regionale antincendi boschivi, Regione Toscana

L'organizzazione che la Regione Toscana si è data nel tempo mira a favorire l'attività preventiva di controllo del territorio e di rapida segnalazione dei principi di incendio, rispetto a quella repressiva che comunque deve garantire interventi tempestivi ed efficienti.

Questa impostazione è confortata dai dati statistici, che evidenziano la validità delle scelte operate tenendo presenti tre fondamentali principi:

- nessun soggetto, interno o esterno all'organizzazione regionale AIB, riceve benefici, principalmente di natura economica, correlati o correlabili agli incendi boschivi;
- integrazione di tutti i soggetti che operano nell'organizzazione regionale AIB (personale regionale e degli Enti competenti, volontari, personale dei VVF e del CFS, organismi statali);
- addestramento e aggiornamento del personale impiegato, fondamentale per garantire sicurezza e professionalità degli operatori e per migliorare la capacità di collaborazione e integrazione tra le varie componenti operative e decisionali della macchina regionale.

Parole chiave: integrazione, addestramento, efficienza.

Key words: efficiency, training, integration.

Mots clés: formation, efficacité, intégration.

INTRODUZIONE

In Toscana il periodo da giugno ad agosto, tradizionalmente il più a rischio per lo sviluppo degli incendi boschivi, si è chiuso quest'anno con un numero medio di eventi pari a 224, contro i 338 registrati nei precedenti 5 anni.

La superficie boscata media per anno interessata da incendi è scesa da 910 a 190 ettari nello stesso periodo di osservazione. Se tra il 2003 e il 2007 andavano in fumo in media 2,69 ettari di superficie boscata ad evento, nel 2008 ne sono bruciati soltanto 0,85 ettari.

Sono numeri che misurano il livello di efficienza raggiunto dal servizio antincendio della Regione Toscana e premiano la scelta operata in fase organizzativa con la quale si è favorita l'attività preventiva di controllo del territorio e di rapida segnalazione dei principi di incendio, rispetto a quella di lotta attiva, comunque garantita attraverso interventi tempestivi ed efficienti.

Il tema incendi boschivi, particolarmente sentito nella nostra regione, sia a livello di tutela del patrimonio che per il fattivo coinvolgimento di istituzioni, volontari e cittadini, è stato trattato in passato come un aspetto a se stante, mentre oggi lo affrontiamo come elemento strettamente correlato ad altri fenomeni, quali quelli ambientali, meteo climatici e sociali. Nella convinzione che non sia più sostenibile la separazione tra i vari aspetti, è cambiato l'approccio al fenomeno che ha portato, ad esempio, ad una nuova definizione dei periodi e delle soglie di rischio per lo sviluppo degli incendi boschivi.

L'estate si conferma, ovviamente, come il periodo più critico, ma è molto meno marcata rispetto al passato la distinzione tra l'andamento estivo e quello registrato nelle altre stagioni.

Oggi i termini temporali e spaziali delle condizioni di rischio per lo sviluppo degli incendi boschivi sono ampliati e dilatati, con forti ricadute sull'organizzazione regionale

antincendio boschivo e sui relativi servizi. Pertanto le attività di controllo e monitoraggio del territorio sono strutturate in un'ottica di attivazione permanente durante tutto l'arco dell'anno, anche se con livelli e operatività diversificate.

L'ORGANIZZAZIONE REGIONALE E I PRINCIPI GUIDA NELLA LOTTA AGLI INCENDI BOSCHIVI IN TOSCANA

Il cuore dell'organizzazione regionale è costituito dagli uffici della Giunta Regionale e dalla Sala Operativa Unificata attiva, proprio in quest'ottica, per 24 ore al giorno in tutti i mesi dell'anno.

Al suo interno opera congiuntamente personale della Regione, del CFS, dei VVF e del volontariato. La rete di estende sul territorio, attraverso 10 centri operativi provinciali e con la collaborazione di enti locali con relativi tecnici e squadre operative e un corpo volontario radicato sul territorio.

Questa macchina consente di attivare una considerevole mole di servizi e un capillare controllo del territorio, in modo tale da attivare le strutture di spegnimento con la massima sollecitudine.

La struttura attuale è il frutto di un percorso intrapreso a partire dal 2000, anno in cui anche a livello nazionale sono stati emanati atti e provvedimenti che hanno profondamente modificato la prevenzione e la lotta attiva agli incendi boschivi. In questi otto anni la Regione Toscana si è attivata per adattare la propria struttura alle mutate necessità operative, favorendo la complessiva flessibilità della propria organizzazione, al fine di fronteggiare le fluttuazioni delle condizioni di rischio.

Ma il cammino verso una completa riorganizzazione strutturale e operativa, non si considera definitivamente compiuto, nella consapevolezza che una strutturazione così complessa che vede impegnate forze locali, regionali, statali e volontariato, non possa che evolvere

gradualmente, facendo anche tesoro degli errori o delle carenze sofferte nel passato.

La forza dell'organizzazione AIB in Toscana si basa anche su un principio fondamentale qual è quello dell'assenza assoluta di profitti diretti, provenienti dall'attività di prevenzione e spegnimento.

La Toscana ha una delle normative più stringenti a livello nazionale per impedire che qualunque soggetto possa, direttamente o indirettamente, trarre beneficio dalle situazioni che si instaurano nelle aree colpite dalle fiamme.

Benefici di carattere economico, correlati o correlabili agli incendi boschivi, non sono previsti in nessuna forma e per alcun soggetto, interno o esterno all'organizzazione regionale AIB.

Questo aspetto riveste una particolare importanza nel contesto toscano ed è stato oggetto di forte attenzione fino dagli anni Ottanta. Oggi possiamo raccogliere i frutti dell'impegno profuso in questa direzione, tanto che possiamo escludere, tra le motivazioni di innesco degli incendi boschivi, la ricerca di occupazione nel settore forestale e la remunerazione delle azioni di spegnimento.

Tra gli elementi che caratterizzano l'attività AIB in Toscana si segnala che:

- il servizio aereo regionale di supporto all'attività di spegnimento ha un corrispettivo annuale fisso indipendente dal numero e dall'entità degli interventi;
- i servizi di prevenzione e spegnimento sono attuati con maestranze forestali assunte con contratti a tempo indeterminato e non vengono effettuate assunzioni di personale a tempo determinato;
- tutti gli interventi di salvaguardia e ripristino vengono progettati dagli Enti competenti e realizzati direttamente con maestranze forestali assunte con contratti a tempo indeterminato, senza effettuare appalti o affidamenti a strutture esterne;
- i volontari convenzionati non ricevono rimborsi o compensi personali ma, unicamente, contributi alle associazioni di appartenenza, utilizzati per il miglioramento e l'ottimizzazione dei servizi prestati;
- non costituisce privilegio per l'accesso a contributi regionali, statali o comunitari il fatto che un terreno sia stato percorso da incendio.

Altro elemento caratterizzante l'organizzazione toscana antincendio boschivo è l'integrazione di vari organismi che contribuiscono all'attività preventiva, decisionale e di lotta attiva che consente sia un risparmio in termini di risorse umane, tecniche e finanziarie, sia il raggiungimento di un migliore risultato strutturale, organizzativo e operativo.

Il personale delle forze locali, regionali, statali e del volontariato impiegato nell'organizzazione regionale AIB è variamente distribuito sul territorio: 40 Enti tra Province, Comunità Montane e Comuni competenti alla gestione del patrimonio agro-forestale organizzano e gestiscono squadre operative costituite da circa 600 operai forestali, a cui si aggiungono le squadre organizzate dagli Enti parco regionali e dagli altri Comuni.

Le organizzazioni del volontariato che, con l'obiettivo di omogeneizzare e rafforzare la propria azione, hanno costituito nel 2005 il Coordinamento Volontariato Toscano (CVT), attivano squadre, ampiamente diffuse sul territorio regionale tanto da poter garantire l'intervento di circa 3.200 unità operative.

Il contingente AIB è completato da un consistente numero di tecnici ai quali sono affidati i compiti di gestire le sale operative provinciali e locali, di programmare ed attuare l'attività annuale e di dirigere le operazioni di spegnimento.

Partecipano all'organizzazione regionale AIB il Corpo Forestale dello Stato e il Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco, in base a specifiche convenzioni, sia con personale impiegato nella sale operative, regionale e provinciali, sia con personale tecnico e squadre operative.

Infine occorre ricordare l'apporto delle altre strutture dello Stato: Uffici territoriali del Governo, forze di polizia, Dipartimento della Protezione Civile che, tramite il Centro operativo Aereo Unificato, attiva i mezzi della flotta aerea nazionale.

I risultati ottenuti sono confortanti e ci dimostrano che le scelte organizzative operate in passato e più di recente vanno nella giusta direzione. In particolare occorre evidenziare, dall'elaborazione dei dati statistici dell'ultimo decennio (1998/2007), che la media del numero di incendi è pari a 486 eventi l'anno, mentre la superficie media totale per evento è di 3,98 ettari e quella boscata è di 2,6 ettari.

Questi dati evidenziano come, nonostante l'andamento registrato in anni difficili dal punto di vista delle condizioni meteo climatiche quali il 1998 e 2003, il Sistema toscano sia in grado di dare risposte positive sia sotto il profilo organizzativo sia per quanto attiene ai conseguenti risultati.

Il fatto che l'organizzazione regionale antincendio boschivo sia costituita da forze locali, regionali, statali e del volontariato estremamente composite, impone una riflessione sull'addestramento del personale che non può essere vista come attività a sé stante ma come componente prioritaria per migliorarne l'efficienza e l'efficacia.

Per questo, la Regione Toscana dopo una decennale esperienza di addestramento maturata fin dai primi anni Novanta e confortata dai positivi risultati raggiunti, ha deciso di implementare il sistema addestrativo realizzando il nuovo Centro regionale "La Pineta di Tocchi", collocato nel comune di Monticiano, in provincia di Siena, che permette di svolgere l'attività anche in modo residenziale.

La revisione del modello addestrativo è passata anche attraverso l'individuazione di nuovi sistemi didattici e l'elaborazione di nuovi percorsi formativi adattati di volta in volta secondo la flessibilità richiesta dalla macchina regionale.

Le tematiche su cui l'azione regionale è più incisiva riguardano in particolare la sicurezza degli operatori e la conoscenza dell'organizzazione e del funzionamento del sistema regionale AIB con l'obiettivo di fornire, a ciascuna figura, la consapevolezza delle specificità dei propri compiti, dei limiti operativi, delle responsabilità nonché dei corretti rapporti con gli altri soggetti della struttura regionale.

Le iniziative formative si compongono per la maggior parte di momenti dedicati alle prove pratiche preceduti da brevi lezioni in aula, essenziali per descrivere i contesti e le situazioni.

Il fatto che i corsi abbiano carattere residenziale e che a questi partecipino soggetti provenienti dalle varie strutture e da aree diverse del territorio regionale, favorisce lo scambio delle esperienze personali nonché il coinvolgimento dei partecipanti, sia durante le esercitazioni sia attraverso i momenti di confronto in aula.

La possibilità di vivere esperienze addestrative residenziali può indubbiamente favorire un clima di collaborazione utile a integrare al meglio le diverse forze impegnate nell'organizzazione regionale antincendio boschivo.

I percorsi addestrativi mirano, in buona sostanza, a sviluppare conoscenze personali e complessive in modo tale che ciascun soggetto sia consapevole di far parte della struttura regionale, più ampia e complessa di quella di propria appartenenza, superando schemi preconcepiuti, nella convinzione che da soli non si è in grado di ottenere adeguati risultati, in linea con le aspettative attese.

L'intendimento della Regione Toscana è quello di proseguire in questa direzione favorendo l'adozione di atti che scongiurino qualsiasi collegamento tra incendi e risorse finanziarie e intervenendo sui livelli organizzativi delle singole realtà locali, attraverso l'implementazione ed il continuo aggiornamento tecnico delle strutture, delle infrastrutture, dei mezzi e delle attrezzature, la formazione del personale, l'ulteriore integrazione delle forze e favorendo la complessiva flessibilità della propria organizzazione.

SUMMARY

PRINCIPLE GUIDE LINES IN THE FIGHT AGAINST FOREST FIRES IN TUSCANY

In the course of time, the Tuscan Region has worked to develop a fire prevention and control network throughout its territory. Rather than merely suppressing fires once they have started, the aim is to apply measures of fire prevention, notwithstanding the fact that any response to a fire must be prompt and efficient.

This plan is supported by the statistics which confirm the validity of the decisions according to three main principles:

- no one, either within or outside of the regional forest fire prevention service (AIB) must benefit in any way, especially economically, from forest fires;
- integration of all those who work within the regional forest fire prevention service (regional personnel and

personnel of the competent authorities, volunteers, personnel from the National Firebrigade (VVF) and the State Forest Rangers Corps (CFS) and state agencies);

- training and updating of the personnel involved in order to guarantee their safety, to achieve adequate levels of professional expertise and to achieve a higher degree of collaboration and integration between the Region's various operational and decision-making bodies.

RÉSUMÉ

ET LES LIGNES DIRECTRICES DE LA LUTTE CONTRE LES INCENDIES DES FORETS EN TOSCANE

L'organisation dont s'est dotée la Région Toscane au fil des ans vise à favoriser l'activité préventive de contrôle du territoire et de signalement rapide des débuts d'incendie, par rapport à l'activité répressive qu'elle doit de toutes les façons garantir au moyen d'interventions immédiates et efficaces.

Cette tendance est étayée par les données statistiques qui mettent en évidence le bien-fondé des choix effectués basés sur trois principes fondamentaux :

- aucun sujet, interne ou externe par rapport à l'organisation régionale de lutte contre les incendies de forêt – AIB (Antincendi Boschivi), ne reçoit de bienfaits, de nature essentiellement économique, en corrélation ou pouvant l'être, avec les incendies de forêt;

- intégration de tous les sujets œuvrant au sein de l'organisation régionale AIB (personnel régional et des Organes compétents, volontaires, personnel du Corps National des Sapeurs Pompiers (VVF : Vigili del Fuoco) et du Corps Forestier de l'Etat (CFS : Corpo Forestale dello Stato), organismes étatiques);

- formation et remise à niveau du personnel employé, fondamental afin de garantir la sécurité et le professionnalisme des agents ainsi que pour améliorer la capacité de collaboration et d'intégration entre les différentes composantes opérationnelles et décisionnelles relevant de la Région.

SESSIONE 3

SELVICOLTURA: CONSERVAZIONE DEL SUOLO RISORSE IDRICHE LOTTA ALLA DESERTIFICAZIONE

Coordinatori

Francesco Iovino
Marco Marchetti

Chairman

Fiorenzo Mancini

Sono molto contento della designazione a *chairman* di questa sessione che è sicuramente la più vicina ai miei interessi scientifici. Nella mia ormai ben lunga carriera ho avuto certamente molti riconoscimenti spesso superiori ai miei meriti.

Non starò certo qui a ricordarli. Sta di fatto che essere oggi qui con voi è per me bello e piacevole.

Veniamo dunque alla sessione odierna. Il programma è denso e interessante.

Rispetteremo i tempi per lasciare maggior spazio possibile al dibattito che ritengo molto utile anche ai fini della preparazione del nostro paragrafo da inserire nel documento finale del Congresso.

Una volta, avendo con energia invitato un oratore a concludere, costui mi apostrofò con questa frase: “Lei è un prussiano”. La cosa mi fece quasi piacere perché mia Madre aveva parecchio sangue prussiano nelle Sue vene. Ho da parecchi anni rimuginato e anche discusso con colleghi ed amici, come convincere il grande pubblico, la gente della strada sull’importanza che riveste il suolo, la sua conoscenza, la sua conservazione, unita naturalmente alla razionale gestione dell’altra grande risorsa che è l’acqua.

Nonostante i nostri continui sforzi non si può dire che i risultati siano stati esaltanti.

Tuttavia non dobbiamo certo demordere, anzi è nostro compito insistere anche se il distacco dalla campagna, dalla natura, di chi è nato e abita in città, grandi e piccini, è sempre più grande.

Bisogna, a mio parere, operare per varie vie. Da un lato parlare con la gente spiegando cosa sono le risorse acqua e suolo.

Un secondo impegno deve essere rivolto ai docenti di ogni tipo di scuola. In molti casi si insegnano ancora concetti ormai da tempo sorpassati e che dovrebbero essere definitivamente seppelliti.

Un terzo discorso va fatto ai politici, a coloro che ci governano, dai piccoli villaggi sino alle metropoli.

Non è impresa facile. Il nostro lavoro, gli interventi necessari che proponiamo, come hanno ripetutamente constatato e richiamato tanti nostri Maestri, da Hudson a Livio Zoli, non portano voti o ben pochi rispetto all’apertura di una nuova strada, alla realizzazione di una piscina pubblica o di un bel giardino con giochi per i piccoli. Bisognerà insistere spiegando pianamente quali rischi si potrebbero correre e nel contempo cercare fondi anche comunitari, perché i comuni, le province (ma non si doveva abolirle? Mentre si vanno moltiplicando), le regioni integrino quanto reperito a Bruxelles o a Copenaghen.

Infine bisognerà convincere un po’ di giovani che coltivare la terra, gestire la foresta è sempre una delle più nobili arti per l’uomo e che vivere al di fuori della città all’aria aperta significa miglior qualità della vita, maggior serenità oggi e domani per grandi e piccini.

RUOLO DELLA SELVICOLTURA NELLA CONSERVAZIONE DEL SUOLO

(*) Dipartimento di Difesa del Suolo, Università della Calabria, Rende, Cosenza

Il mantenimento della copertura forestale in buono stato funzionale rappresenta un obiettivo prioritario da perseguire in una ottica moderna di gestione integrata delle risorse naturali, delinea ambiti di intervento nei quali l'attività selvicolturale ha una sua rilevanza e rappresenta uno degli strumenti fondamentali per garantire la salvaguardia del territorio sia attraverso il recupero di aree in preda a fenomeni di degrado che mediante azioni mirate al miglioramento dei boschi. Ciò ha portato in passato al rimboschimento di ampie superfici nell'ambito di quella che veniva definita *bonifica montana*, attualmente alla necessità di rimboschire si aggiunge quella di gestire i boschi secondo criteri di sostenibilità in modo da rendere compatibile l'uso delle risorse anche con la conservazione del suolo.

Nel presente lavoro viene evidenziato come attraverso diverse tipologie di interventi selvicolturali, spesso contestualmente necessarie all'interno dello stesso bacino idrografico, si mettano in atto strategie volte ad aumentare l'efficacia dei boschi sul controllo dell'idrologia superficiale e dell'erosione dei versanti.

Il restauro ambientale di aree degradate o non più utilizzabili per fini agricoli, mediante rimboschimenti, la rinaturalizzazione dei sistemi forestali semplificati nella struttura e nella funzionalità, il miglioramento dei boschi cedui, il recupero dei boschi percorsi dal fuoco, unitamente all'attenuazione delle cause di degrado ed in primo luogo la prevenzione selvicolturale degli incendi, rappresentano gli strumenti per: a) esaltare l'efficienza idrologica delle coperture forestali e l'efficacia sul controllo dell'erosione superficiale dei suoli; b) ridurre l'entità delle cause che contribuiscono all'insorgere dei fenomeni di dissesto; d) aumentare nel contempo la funzionalità delle opere idrauliche.

Parole chiave: sistemi forestali, selvicoltura, conservazione del suolo.

Key words: forest systems, silvicultural treatments, soil conservation.

Mots clés: systèmes forestiers, selviculture, conservation du sol.

1. PREMESSA

La conservazione del suolo, intesa come insieme degli interventi che sinergicamente mirano a contenere i danni che possono derivare da una errata gestione delle risorse naturali e da incuria nei territori caratterizzati da evidenti fattori di rischio, delinea ambiti di intervento nei quali l'attività forestale ha una sua rilevanza.

La selvicoltura è strettamente connessa alla difesa del territorio, sia attraverso il recupero di aree in preda a fenomeni di degrado che mediante azioni mirate al miglioramento dei boschi. Il ruolo del bosco sulla conservazione del suolo oggi viene inquadrato nel panorama più ampio della sostenibilità della gestione forestale e a livello nazionale e internazionale vi è una rinnovata presa di coscienza su questo tema. Esso non può venir trascurato e le autorità forestali dei singoli paesi ne dovranno tenere conto nella pianificazione forestale nazionale e regionale.

Già al summit di Rio de Janeiro (1992) furono adottate una serie di dichiarazioni riguardanti la protezione del suolo. In seguito, la Convenzione delle Nazioni Unite per combattere la Desertificazione (1994), stabilì la necessità di prevenire e ridurre il degrado del territorio, riabilitare i terreni degradati e quelli affetti da processi di desertificazione.

In Italia il programma nazionale per la lotta alla siccità e alla desertificazione adottato dal CIPE nel 1999 prevede, nelle misure di protezione del suolo, tra gli interventi di tipo forestale la gestione sostenibile e l'ampliamento del patrimonio forestale, nonché la prevenzione e la lotta agli incendi.

L'obiettivo di proteggere il suolo dall'erosione e dall'inquinamento nel 2001 è sancito anche dalla Strategia per lo Sviluppo Sostenibile dell'Unione Europea e dal Sesto Programma comunitario d'Azione per l'ambiente (2001-2010), i quali evidenziano come il declino della fertilità del suolo sia stato causa della riduzione della produttività di molte aree agricole in Europa.

Nel 2002 la difesa del suolo è stata oggetto di ulteriore attenzione da parte della Commissione Europea, che ha adottato la Comunicazione "Verso una Strategia Tematica per la Protezione del Suolo". In questa sono stati messi in evidenza gli otto problemi principali che affliggono i suoli in Europa: erosione, diminuzione della materia organica, contaminazione, salinizzazione, compattazione, diminuzione della biodiversità del suolo, impermeabilizzazione, inondazioni e smottamenti. Al suolo viene riconosciuto lo svolgimento di molte funzioni vitali dal punto di vista ambientale, quali la produzione di biomassa, lo stoccaggio e la trasformazione di elementi minerali, organici e di energia, il filtro per la protezione delle acque sotterranee e lo scambio di gas con l'atmosfera. Inoltre, il suolo rappresenta il supporto alla vita ed agli ecosistemi, è riserva di patrimonio genetico e di materie prime, custode della memoria storica, nonché elemento essenziale del paesaggio.

All'importanza del bosco sulla conservazione del suolo fa riferimento anche la dichiarazione finale dei ministri che hanno preso parte al 3° Forum mondiale dell'acqua, svoltosi in Giappone nel marzo 2003 (proclamato dalle Nazioni Unite anno mondiale dell'acqua). In merito alla riduzione

dei rischi e degli eventi catastrofici è scritto che “per assicurare il rifornimento idrico duraturo di buona qualità, è necessario proteggere ed utilizzare in maniera sostenibile gli ecosistemi che catturano, filtrano, conservano e rilasciano naturalmente l’acqua e cioè fiumi, aree umide, foreste e suolo. In presenza del rapido degrado dei bacini imbriferi e delle foreste, devono venire intensificati gli sforzi per combattere il disboscamento, la desertificazione, la degradazione del suolo, mediante l’attuazione di programmi di rimboschimento e di gestione forestale, la ricostituzione delle aree degradate e delle zone umide, la conservazione della biodiversità.” (Giordano, 2004).

Nel 2006 la Commissione Europea ha delineato la Strategia tematica per la protezione del suolo. A norma della direttiva proposta, gli Stati membri saranno tenuti ad individuare le aree a rischio in base ad elementi comuni, a definire obiettivi di riduzione del rischio per le aree in questione e a preparare programmi contenenti le misure necessarie per conseguire tali obiettivi. I programmi potranno fare riferimento ad iniziative già in atto a livello nazionale o comunitario, come quelle nell’ambito dei piani di gestione dei bacini idrografici di cui alla direttiva quadro sulle acque, dei piani di gestione del rischio di alluvione, dei programmi nazionali sulle foreste e sulla gestione forestale sostenibile, nonché le misure per la prevenzione degli incendi boschivi.

Lo scorso anno nell’ambito della quinta Conferenza ministeriale sulla protezione delle foreste in Europa, (Varsavia 2007), la Seconda risoluzione “foreste e acqua” evidenzia la necessità di un miglior coordinamento della politica in materia di foreste e di risorse idriche a livello sia locale che internazionale, e ciò in quanto le foreste non solo proteggono dalle piene e dall’erosione del suolo, ma forniscono anche acqua potabile pulita.

Partendo dalle considerazioni di ordine generale sopra esposte e dal quadro conoscitivo scaturito da un’ampia attività di ricerca svolta nel merito, nel presente lavoro viene evidenziato come attraverso differenti tipologie di interventi selvicolturali, spesso contestualmente necessarie all’interno dello stesso bacino idrografico, si mettano in atto strategie volte a rendere compatibile l’uso delle risorse forestali con la conservazione del suolo.

2. INTERAZIONI BOSCO, CICLO DELL’ACQUA ED EROSIONE SUPERFICIALE DEI SUOLI

I boschi sono parte di un sistema articolato di fattori, regolatori dei processi idrologici ed erosivi. L’entità della superficie boscata di un bacino e lo stato di efficienza dei boschi esprimono il livello di efficacia sulla conservazione del suolo. Tanto più le condizioni strutturali dei boschi sono efficienti e l’incidenza in termini di superficie nel contesto del bacino idrografico è elevata, maggiore risulta l’influenza positiva sul controllo dell’idrologia dei versanti e sull’erosione dei suoli (Ciancio e Iovino, 1995).

I boschi intervengono sulla regimazione idrica attraverso una riduzione del deflusso superficiale e un aumento dei tempi di corrivazione e della capacità di laminazione dei bacini (Bosch e Hewlett, 1982; Ferrari *et al.*, 2002, 2004, Iovino *et al.*, 1998, 2001). Strettamente legata a questi processi è la diminuzione dell’erosione superficiale che si ripercuote sul trasporto solido dei corsi d’acqua (Garfi *et al.*, 2006; Iovino e Puglisi, 1989, 1990).

Tra ciclo dell’acqua e ciclo erosivo ci sono interazioni evidenti poiché l’acqua è il principale agente erosivo e vettore del materiale eroso. L’azione della copertura forestale si manifesta sia con la intercettazione della pioggia sia con il contenimento dei deflussi superficiali che limitano la perdita di suolo diffusa sui versanti.

La presenza del bosco influenza i deflussi annui sia in termini di ammontare complessivo che di distribuzione stagionale. E’ dimostrato, da una sintesi dei risultati ottenuti da un gran numero di bacini sperimentali in tutto il mondo, che riduzioni nella copertura forestale danno luogo ad aumenti nei volumi di deflusso, mentre l’instaurarsi di vegetazione forestale su aree precedentemente occupate da vegetazione rada o da formazioni arbustive od erbacee tende a diminuire le rese idriche (Dalla Fontana, 1996).

L’interazione tra bosco e ciclo dell’acqua si manifesta in maniera differente nei diversi ambienti forestali, è funzione del contesto climatico e dipende dalla scala spaziale e temporale di analisi dei fenomeni. Tali relazioni possono essere valutate, infatti, nella dimensione spaziale, a livello di popolamento e a scala di bacino, e in quella temporale in funzione delle modificazioni conseguenti a cause naturali (eventi calamitosi) o antropiche (incendi, pascolo, attività forestale).

I processi attraverso i quali il bosco interviene sul ciclo dell’acqua riguardano l’intercettazione della pioggia, che si manifesta a livello di soprassuolo; l’infiltrazione, che si sviluppa a livello del suolo e l’evapotraspirazione che coinvolge entrambi. Insieme regolano direttamente e indirettamente i volumi d’acqua presenti nel suolo a cui sono in buona parte legate le modalità di generazione dei deflussi e conseguentemente anche l’erosione superficiale dei versanti. I suoli forestali, dotati generalmente di elevata porosità e di notevole stabilità strutturale, favoriscono l’infiltrazione per le caratteristiche che gli derivano dall’attività biologica delle piante e di tutti gli organismi vegetali e animali che sono parte integrante dell’ecosistema, riducendo o anche annullando lo scorrimento superficiale a vantaggio dell’immagazzinamento e dello scorrimento in profondità.

Tra le diverse forme d’uso del suolo i boschi sono quelli che consumano la maggior quantità d’acqua sia per traspirazione, ma anche in considerazione dell’alta efficienza che assume per i popolamenti forestali l’evaporazione dell’acqua intercettata. Quest’ultimo aspetto, ormai sufficientemente suffragato da dati sperimentali, fa sì che alla presenza di estese coperture forestali sia generalmente associata, a parità di altri fattori, una significativa riduzione dei deflussi.

I processi descritti sono condizionati sia dall’ambiente climatico (regime pluviometrico, condizioni termiche, ventosità, radiazione) che dal contesto pedologico e variano in relazione alle condizioni strutturali dei popolamenti (composizione specifica, densità, età, profilo verticale). Queste ultime hanno una loro dinamicità, dovuta a cause naturali o a fattori antropici che sono strettamente connessi all’attività forestale ovvero alle diverse modalità esecutive degli interventi selvicolturali e alla loro relativa pianificazione spaziale e temporale, cioè alla gestione forestale (Iovino e Veltri, 2004). Modelli selvicolturali basati su interventi di modesta entità e distribuiti sul territorio, anche se possono determinare lievi alterazioni nelle aree interessate dalle utilizzazioni, non modificano significativamente l’idrologia

dei bacini di una certa dimensione, come risulta dall'ampia letteratura internazionale.

3. RUOLO DELLA SELVICOLTURA

Il mantenimento della copertura forestale in buono stato funzionale rappresenta un obiettivo prioritario da perseguire in una moderna di gestione integrata delle risorse naturali, delinea ambiti di intervento nei quali l'attività selvicolturale ha una sua rilevanza, come peraltro indicato anche dalla Legge n. 183/1989 sulla difesa del suolo, e rappresenta uno degli strumenti fondamentali per garantire la salvaguardia del territorio considerato nella sua più ampia accezione.

Il restauro ambientale di aree degradate o di territori non più utilizzabili per fini agricoli, mediante rimboschimenti, la rinaturalizzazione dei sistemi forestali semplificati nella struttura e nella funzionalità, il miglioramento dei boschi cedui, unitamente al recupero dei boschi percorsi dal fuoco e all'attenuazione delle cause di degrado, in primo luogo, la prevenzione selvicolturale degli incendi, rappresentano strategie volte ad aumentare l'efficacia dei boschi sull'idrologia e sul controllo dell'erosione superficiale e a rendere compatibile l'uso delle risorse forestali con la conservazione del suolo.

3.1 I rimboschimenti

Il recupero dei territori collinari e montani, con limitazioni tali da precludere ogni possibilità di utilizzazione agricola, nonché dei versanti in preda a fenomeni di erosione, rappresenta un obiettivo strategico nella salvaguardia e valorizzazione ambientale. E', inoltre, il mezzo più efficace per contrastare l'erosione superficiale e per attenuare gli effetti devastanti di fenomeni naturali particolarmente intensi.

Con il termine rimboschimento vengono indicate un complesso di operazioni mediante le quali si costituisce o si ricostituisce un bosco, laddove lo stesso è esistito in un tempo più o meno lontano, anche se non ne rimangono tracce evidenti (Pavari e Susmel, 1961; Eccher e Ciancio, 1983). In sintesi, il rimboschimento rappresenta un input per il ripristino di un sistema naturale e ciò presuppone tempi lunghi, utilizzazione di metodi che agevolano anche la naturale distribuzione della vegetazione forestale e di tecniche che valorizzino la peculiarità del bosco come sistema (Ciancio, 2000).

I rimboschimenti tradizionalmente hanno costituito e costituiscono uno strumento sinergico e di completamento delle opere di natura idraulica nell'ambito della sistemazione dei bacini montani. In questo campo in Italia c'è una consolidata tradizione nata dalla politica di restaurazione forestale dei territori completamente denudati, per effetto della distruzione del bosco, eseguita su ampie superfici dell'Appennino e delle Alpi.

In molte aree è stata avviata la ricostituzione boschiva grazie a tali interventi definiti però, in modo riduttivo, "rimboschimenti protettivi", attribuendo così la finalità dei dispositivi legislativi che ne hanno consentito il finanziamento (ad esempio le leggi ad hoc sulla difesa del suolo) all'intervento stesso (Iovino, 2004).

Proprio perché l'obiettivo è quello di ripristinare il bosco, il rimboschimento non può avere aggettivazioni (protettivo, produttivo, naturalistico, paesistico, ecc.) e può avveni-

re o con interventi dell'uomo sin dalle prime fasi (preparazione del suolo, semine, piantagioni), oppure naturalmente (rimboschimenti spontanei) a seguito di colonizzazione e progressiva conquista di terreni agricoli abbandonati, come sta avvenendo in molte aree del settore alpino e appenninico, oppure di aree degradate limitrofe agli stessi boschi.

Tali elementi conferiscono peculiarità all'intervento e lo differenziano dalla realizzazione di altri tipi di coperture vegetali erbacee, arbustive e arboree, come nel caso di piantagioni per arboricoltura da legno, che determinano effetti spesso limitati alla semplice copertura del suolo la quale, per quanto efficace, non provoca effetti durevoli, come avviene invece con la restaurazione di un bosco. Se, infatti, l'efficacia dei rimboschimenti dovesse limitarsi alla sola azione di protezione del suolo, allora di volta in volta bisognerebbe porsi il problema se optare per una soluzione anziché per un'altra (Iovino, 2003).

Gli effetti del rimboschimento sulla conservazione del suolo possono considerarsi opposti a quelli della distruzione del bosco, ma sono più graduali e, per un certo periodo, non altrettanto evidenti. La gradualità è insita nel sistema: ad una fase iniziale in cui gli effetti immediati sulla regimazione delle acque lungo i versanti sono dovuti alle tecniche di preparazione del suolo, come nel caso di gradonamenti, segue quella di protezione del suolo per la copertura delle chiome e, successivamente, di miglioramento delle caratteristiche biologiche e fisico-chimiche del suolo per gli apporti di lettiera (Ciancio e Iovino, 1995).

L'efficacia dei rimboschimenti nei confronti del dilavamento e dell'erosione superficiale dei versanti, nonché sul miglioramento delle caratteristiche biologiche e fisico-chimiche del suolo è sperimentalmente dimostrata da tempo (Mancini, 1960, 1975; Stone, 1975; Dyck e Cooke, 1981).

I risultati dell'intensa attività di rimboschimento, seppur diversi nelle differenti realtà territoriali, sono confermati dall'incremento della superficie boscata, tanto più significativo in regioni, come ad esempio, la Sicilia e la Calabria, nelle quali era avvenuta una forte contrazione della superficie boscata. Il considerevole aumento di superficie boscata ha favorito il riequilibrio idrogeologico con effetti positivi sulla conservazione del suolo e sul miglioramento complessivo del paesaggio, che ha subito una graduale trasformazione.

La valutazione degli effetti deve necessariamente partire dall'obiettivo che si voleva raggiungere, cioè riportare il bosco dove era stato distrutto o seriamente compromesso, e deve tenere presente alcuni caratteri peculiari degli interventi, in particolar modo le condizioni di intenso e diffuso degrado dei suoli e l'ampiezza delle superfici che si andavano a rimboschire.

Nella maggior parte dei casi i rimboschimenti hanno corrisposto alle attese favorendo la ricostituzione boschiva di terreni intensamente degradati, in condizioni operative oggettivamente difficili: ampie superfici denudate o comunque erose e precipitazioni nel periodo autunno invernale caratterizzate frequentemente da alta intensità e capaci di determinare una forte aggressività al suolo con conseguente dilavamento dei versanti (Iovino e Menguzzato, 2003).

Gli impianti sono stati realizzati con varie tecniche di preparazione del suolo: buche, gradoni, strisce, ecc. alcune delle quali (gradoni) hanno contribuito sin dall'inizio alla protezione del suolo; in taluni casi, per favorire l'attecchimento delle piante si è proceduto addirittura al trasporto della terra sulla

roccia nuda (Nocentini, 1999). Il contesto di degrado pedologico in cui si operava non ha lasciato grandi margini alla scelta delle specie. Questa ha riguardato prevalentemente conifere, considerate più rustiche, a più rapido accrescimento iniziale, e quindi in grado di ricoprire rapidamente il suolo per attenuare l'erosione, nonché di produrre legname, sebbene in assortimenti di non grande valore unitario, all'epoca fortemente richiesto dal mercato.

Oggi le minori dimensioni delle aree che di volta in volta vengono interessate dal rimboschimento e la maggiore disponibilità di informazioni pedologiche, consentono di effettuare scelte diversificate in relazione alla variabilità dei suoli che, in ambiente mediterraneo, avviene in breve spazio.

Nello stesso tempo la maggiore attenzione verso l'ambiente e le questioni ad esso connesse, hanno provocato un'ampia riflessione sia sulla individuazione delle aree su cui intervenire che sull'opportunità di modificare i criteri di ricostituzione dei sistemi forestali (Ciancio, 2002).

La individuazione delle aree da rimboschire andrebbe effettuata a scala di bacino avvalendosi di strumenti di supporto alla pianificazione territoriale. A questo fine l'applicazione di metodi di valutazione del territorio, come a esempio la *Land Capability Classification*, consente, in funzione del livello e del tipo di limitazioni, di eseguire una prima discriminazione tra le aree in cui è possibile realizzare impianti per arboricoltura da legno e quelle da recuperare al bosco mediante rimboschimenti. La capacità d'uso dei suoli, infatti, dipende sia dalle caratteristiche fisico-chimiche dei suoli, che da alcuni elementi del territorio (pendenza, stabilità dei versanti, condizioni climatiche, ecc.) che condizionano direttamente la possibilità di un determinato uso (es. limitazioni nella scelta delle colture, nella meccanizzazione, ecc.) o rendono il territorio vulnerabile ai processi di degradazione (es. erosione) (Dimase e Iovino, 1988).

In merito alle tecniche colturali ai fini del miglioramento e della conservazione della qualità del suolo, accanto ad un'appropriata definizione delle modalità di preparazione del terreno, un fattore peculiare, soprattutto in un'ottica di lungo periodo, è rappresentato dalla scelta della specie. Se da un lato popolamenti molto semplificati in termini compositivi (ad esempio prevalentemente monospecifici di conifere) hanno consentito la ricolonizzazione di terreni difficili e la creazione di condizioni edafiche e nutritive (disponibilità di azoto) necessarie per l'insediamento di specie caratteristiche degli stadi successionali più avanzati, dall'altro gli orientamenti recenti indicano come, ove possibile, la migliore strategia sia di favorire fin dall'inizio la realizzazione di popolamenti misti. Gli impianti misti, attraverso l'apporto di sostanza organica diversificata, di migliore qualità e più facilmente mineralizzabile, creano, in genere, le condizioni per una più avanzata attività biologica nel suolo e, conseguentemente, condizioni edafiche più favorevoli (maggiore disponibilità nutritiva, migliori condizioni di porosità, aerazione, regime idrico, ecc.) negli orizzonti minerali (Corona *et al.*, 1996).

L'altro aspetto da considerare riguarda la valutazione dell'impatto che gli interventi progettati, dal decespugliamento alle eventuali opere di livellamento e spietramento del versante, possono avere almeno nei primi anni post-impianto sulla conservazione del suolo. È necessario, pertanto, un vaglio e una pianificazione iniziale, un controllo

in fase di esecuzione ed, eventualmente, un intervento di ripristino al termine dei lavori.

Nella fase preparatoria i rischi *in situ* predominanti da considerare sono: a) erosione superficiale diffusa, incanalata e di massa; b) compattamento del suolo; c) asportazione e riduzione della sostanza organica o suo trasferimento in porzioni meno attive del suolo; d) alterazione del bilancio idrico del suolo; e) deterioramento dell'attività biologica e del ciclo degli elementi nutritivi (Corona *et al.*, 1996).

L'impiego inidoneo e intempestivo della meccanizzazione può causare costi indiretti che controbilanciano, in alcuni casi, i numerosi e giustificati motivi che ne hanno favorito la diffusione (Lucci, 1993). Essa, infatti, ha una minore capacità di adattamento alle precipue caratteristiche stazionali, spesso assai mutevoli anche nell'ambito di un solo cantiere di rimboschimento.

3.2 La rinaturalizzazione dei sistemi forestali

La rinaturalizzazione riguarda sia i rimboschimenti che le fustaie di origine naturale; nell'uno e nell'altro caso l'obiettivo è quello di aumentare la loro complessità strutturale con ricadute positive anche sulla conservazione del suolo.

Per i rimboschimenti essa si configura come una prosecuzione dell'attività di ricostituzione boschiva avviata nel secolo scorso, con interventi su vaste superfici in preda ad intensi fenomeni erosivi. Le condizioni stazionali oggettivamente difficili ed il momento storico e socio economico, hanno favorito l'impiego di specie che dessero garanzia di elevato attecchimento e di rapido accrescimento in modo da coprire in breve tempo il suolo. Di conseguenza la scelta ha riguardato prevalentemente le conifere indigene, pino nero e pini mediterranei e, in mescolanza o, più raramente, in piccoli gruppi, anche conifere esotiche.

L'obiettivo del rimboschimento, come prima detto, è di ricostituire un vero e proprio bosco. Un obiettivo che non si raggiunge in pochi anni o decenni ma richiede tempi più lunghi. Il susseguirsi delle fasi di preparazione del suolo, semina o piantagione e le prime cure colturali post impianto, rappresentano l'avvio di un processo i cui effetti iniziano a manifestarsi fin dai primi anni e gradatamente proseguono, tranne dove subentrano fenomeni di disturbo dovuti a cause antropiche (incendi, pascolo) o a cause naturali (Iovino, 2003).

Dopo alcuni anni il popolamento arboreo modifica le condizioni microstazionali perché varia la quantità e la qualità delle radiazioni solari, nonché la distribuzione delle luce al suolo; variano anche le condizioni di temperatura e di umidità e si hanno continui apporti di sostanza organica al suolo (Corona *et al.*, 1996; Barbati, 1999-2000). Il miglioramento del suolo avviene lentamente per le difficili condizioni pedologiche di partenza (suoli molto erosi), per la quantità di materia organica che nei giovani popolamenti non è abbondante, per la densità dei popolamenti stessi, per la lenta decomposizione della sostanza organica e della lettiera che tende ad accumularsi sul suolo per la bassa alterabilità degli aghi, nel caso delle conifere, e/o per la modesta attività della pedofauna dovuta ai suoli fortemente degradati (Dimase e Iovino, 1996; Mancini, 1956, 1960, 1975).

Tali processi rappresentano le prime relazioni funzionali tra la vegetazione introdotta e i fattori ecologici del sito e diventano più evidenti con l'insediamento di specie caratteristiche degli stadi successionali più avanzati, le quali

contribuiscono ad aumentare la complessità strutturale e funzionale del sistema creato artificialmente.

Attualmente in molti dei rimboschimenti realizzati nello secolo scorso, sia in ambiente Alpino che Appenninico, questi processi sono in atto e determinano anche una graduale e continua modificazione del paesaggio (Corona *et al.*, 1989; De Mas, 1993; Marchetti *et al.*, 1995; Nocentini, 1995). Un paesaggio che in molte aree è passato dai versanti completamente denudati e fortemente erosi dei primi anni cinquanta a quelli modellati dal gradonamento a quelli attuali, con popolamenti monospecifici di conifere e presenza diffusa e abbondante di latifoglie autoctone, manifestazione evidente della dinamica evolutiva in atto (Iovino e Menguzzato, 2002).

Gli interventi selvicolturali che consentono di assecondare tale dinamica, favorendo nel contempo la stabilità dei popolamenti con ricadute ecologiche a breve e a lungo termine, sono rappresentati dai diradamenti. A breve termine la riduzione di densità dei popolamenti, oltre a ridurre i fenomeni di concorrenza tra le piante e, conseguentemente, l'accumulo di materiale morto per autodiradamento, peraltro facilmente incendiabile, determina un aumento della disponibilità idrica nel suolo (Cantore e Iovino, 1989; Cinnirella *et al.*, 1995; Compostella e Iovino, 1999). Questa, specialmente nei periodi estivi, si traduce in una maggiore idratazione delle piante, in un minore pericolo di stress idrico e, di conseguenza, in una migliore efficienza fotosintetica. Migliorano, inoltre, le condizioni per l'insediamento e l'accrescimento di giovani piantine più esigenti di umidità (aumento di diversità vegetazionale), non ultimo, si induce una maggiore resistenza al fuoco dei popolamenti (Iovino e Veltri, 2004). A lungo termine la rinaturalizzazione, assecondata con i diradamenti, porta alla sostituzione graduale di specie più facilmente incendiabili (conifere) con altre che, oltre ad offrire una maggiore resistenza dei popolamenti al fuoco, determinano un apporto differenziato di lettiera, con effetti positivi sulla sostanza organica nel suolo e più in generale sul suo miglioramento e conservazione.

In Italia l'uso intensivo delle risorse forestali si è protratto per lungo tempo, di conseguenza i boschi hanno subito per attività antropica una trasformazione della fisionomia naturale, uno scardinamento strutturale e funzionale e un impoverimento quantitativo e qualitativo. In molti casi sono stati distrutti e nel secolo scorso ricostituiti grazie all'intensa attività di rimboschimento.

Nei boschi di origine naturale la gestione forestale classica è stata generalmente orientata verso una composizione e una struttura semplificate (Iovino e Menguzzato, 1996, 2004), i cui sintomi più evidenti sono le difficoltà di rinnovazione naturale e l'alterazione della qualità e della varietà degli *habitat* (Nocentini, 2000). A questi effetti macroscopici se ne assommano altri meno evidenti ma altrettanto negativi come la modifica dei cicli biogeochimici e l'alterazione della microflora e della microfauna.

La semplificazione strutturale in generale di tutti i boschi non riguarda solo il numero di specie o l'assenza di necromassa, ma anche la varietà di strutture e di processi presenti a diverse scale, dal popolamento al paesaggio, inteso come insieme di ecosistemi. L'aumento della complessità strutturale e funzionale di questi boschi può e deve esser promossa attraverso una gestione incentrata sul mantenimento di un livello di provvigione minimale, favorendo così anche la

formazione e il mantenimento di suoli profondi, ricchi di sostanza organica che, oltre ad essere dei veri e propri *carbon sinks* (Nocentini, 2004), diventano anche serbatoi di accumulo di 'acqua durante le stagioni autunno invernali, con conseguenti effetti positivi sulla regimazione idrica e sul controllo dell'erosione superficiale dei suoli.

La rinaturalizzazione delle fustaie di origine naturale presuppone il riferimento a modelli selvicolturali, riconducibili alla selvicoltura sistemica (Ciancio e Nocentini, 1996), basati su interventi puntuali, calibrati in base alle diverse situazioni, ripetuti a brevi intervalli di tempo e svincolati da parametri derivanti da schemi rigidi e prestabiliti.

Il taglio a scelta a piccoli gruppi, applicato a diverse tipologie boschive dell'Appennino meridionale (Ciancio *et al.*, 2006; Ciancio *et al.*, 2008; Iovino e Menguzzato, 2004), così come il taglio saltuario in ambiente alpino, rappresentano modalità operative che favoriscono o mantengono la complessità strutturale del bosco. Tale complessità determina anche una copertura costante mediante la rinnovazione naturale pressoché continua e il mantenimento, sull'unità di superficie, di una provvigione minima, elementi, questi, che sono garanzia contro i rischi di degrado del suolo e di depauperamento complessivo dell'ecosistema.

La graduale sostituzione di strutture semplificate, che caratterizzano molti dei boschi in Italia, con altre più complesse è l'obiettivo da perseguire in un'ottica di sostenibilità della gestione forestale la cui finalità è di coniugare gli aspetti di natura ambientale con quelli sociali ed economici. Tra i primi, oltre all'aumento della biodiversità e al contenimento dell'incremento di CO₂ in atmosfera, rientra anche la conservazione del suolo.

3.3 Il miglioramento dei boschi cedui

Negli ultimi decenni l'esigenza di una maggiore attenzione verso il territorio forestale ha indotto a studiare forme di gestione in grado di attenuare gli aspetti negativi insiti nel governo a ceduo. Uno dei problemi di maggiore rilievo nella gestione delle risorse forestali riguarda la sostenibilità, in termini ambientali, della utilizzazione di questi boschi, soprattutto in relazione all'impatto del taglio finale sulla conservazione del suolo. Con sempre maggiore frequenza si assiste a tagli su ampie superfici, anche laddove le pendenze, la natura dei suoli e l'andamento delle precipitazioni nel corso dell'anno consiglierebbero di contenere l'estensione delle tagliate. La maggior parte dei cedui è trattata a taglio raso e questa forma di trattamento può avere effetti negativi sulla dinamica degli elementi nutritivi e sul rapporto idropedologico, poiché lascia scoperta tutta o gran parte della superficie del suolo. Il taglio raso comporta alterazioni sensibili nel bilancio idrico, a seguito delle modificazioni che subiscono i processi evapotraspirativi e conseguente aumento del contenuto di acqua nel suolo, con un incremento del deflusso superficiale e una maggiore suscettività dei suoli all'erosione.

L'entità di questi fenomeni varia in funzione delle dimensioni e della forma delle singole tagliate, della loro distribuzione nello spazio e nel tempo, della pendenza dei versanti, delle caratteristiche dei suoli e della maggiore o minore loro erodibilità. Ancora più accentuati sono gli effetti del taglio in stazioni già degradate e dove il suolo è reso ancora più vulnerabile dai fenomeni di costipamento e

di alterazione degli orizzonti superficiali, spesso causati dalle attività di concentramento ed esbosco (Murphy e Jackson, 1989).

È noto, infatti, che la meccanizzazione, determina danni al suolo a seguito del rimescolamento degli orizzonti minerali e organici e l'eventuale trasferimento o asportazione di questi ultimi, come conseguenza dello strascico dei tronchi (Marchi e Piegai, 2001). Inoltre, produce compattamento del suolo per la pressione esercitata dai mezzi meccanici, oltre che per lo strascico del materiale legnoso e la formazione di solchi causati dal passaggio e dall'affondamento degli stessi mezzi. Vengono così modificate le condizioni di drenaggio e di infiltrazione dell'acqua, con conseguente ruscellamento ed erosione diffusa e incanalata sui versanti, che si manifestano soprattutto nei tratti di suolo più sollecitati.

Relativamente all'impatto del taglio sull'idrologia superficiale e sull'erosione dei suoli, è possibile evidenziare, anche sulla base di evidenze sperimentali, che: a) il sensibile aumento di acqua nel suolo, provocato dal taglio, non favorisce direttamente l'erosione qualora gli orizzonti organici rimangano indisturbati (Swank, 1988); b) l'erosione si verifica, invece, in stazioni già degradate o quando il suolo, a seguito di costipamento degli orizzonti superficiali, è reso vulnerabile, nei confronti dell'azione battente dell'acqua piovana e dello scorrimento superficiale; c) la ceduzione determina un incremento dei volumi unitari di deflusso nei primi due anni successivi al taglio, mentre l'effetto sulla perdita di suolo è marcato soltanto nel primo anno (Cantore *et al.*, 1994); d) le utilizzazioni su ampie superfici e in condizioni pedologiche particolarmente vulnerabili (ad esempio i suoli vulcanici) modificano significativamente le perdite evapotraspirative, con conseguente possibilità di saturazione dei suoli e pericolo di collasso (Iovino, 2007a, 2007b); e) la maggiore densità delle ceppaie e l'insediamento della vegetazione erbacea ed arbustiva, dopo il taglio del soprassuolo, limitano il deflusso superficiale e il trasporto solido (Iovino *et al.*, 1998); f) la condizione di criticità è temporanea e di breve durata, poiché nell'arco di tre stagioni vegetative si ripristinano le condizioni di copertura arborea precedenti al taglio, in grado di svolgere un'efficiente azione antierosiva (Garfi *et al.*, 2006); g) il rilascio dei residui di lavorazione sul terreno attenua l'effetto erosivo delle precipitazioni (Cantore *et al.*, 1994) e riduce notevolmente il depauperamento del suolo perché nei tessuti più giovani (foglie e rami sottili) è presente buona parte degli elementi nutritivi (Fabbio *et al.*, 2002). Quest'ultimo punto richiede misure precauzionali onde evitare il rischio di incendi.

Il mantenimento del ceduo è una scelta che continuerà a interessare nel breve-medio periodo gran parte dei cedui di proprietà privata e di comunità locali, e deve prevedere interventi di miglioramento nonché l'adozione di misure in grado di attenuare gli aspetti negativi connessi con la forma di governo (Ciancio e Nocentini 2004).

Affinchè l'utilizzazione dei cedui risulti sostenibile con la conservazione del suolo gli elementi su cui è necessario intervenire riguardano: a) numero e distribuzione delle matricine sul suolo; b) cicli di utilizzazione; c) dimensione e distribuzione nel tempo e nello spazio delle tagliate; d) modalità di concentramento e di esbosco, viabilità forestale; e) esecuzione delle cure colturali; f) regolamentazione del pascolo e difesa dagli incendi (Iovino e Menguzzato, 2001).

Riguardo al primo punto, più che ad un aumento del numero di matricine bisognerà porre attenzione alle caratteristiche delle piante da rilasciare, che devono risultare di portamento regolare, essere in grado di fruttificare in maniera pronta e abbondante, resistere alle avversità meteoriche e di natura biotica.

Le direttive forestali di molte regioni hanno indirizzato la gestione verso una matricinatura a volte molto intensa, vantandone effetti positivi anche sulla conservazione del suolo. In vari casi, di fatto, si è operato in modo da favorire implicitamente quasi un primo avviamento all'alto fusto. Ciò senza tener conto che: a) nel ceduo appena utilizzato, come prima detto, la funzione di protezione del suolo è demandata soprattutto alla copertura erbacea ed arbustiva; b) intensità eccessive di matricine costringono a reclutare allievi che mal si prestano a svolgere propriamente la funzione affidatagli (per eccessiva snellezza, con conseguente alta probabilità di stroncamento da vento e/o neve bagnata, e per ridotta capacità di fruttificazione); c) l'elevato numero di matricine pregiudica lo sviluppo dei polloni per eccessivo adduggiamento.

Quanto alla pianificazione degli interventi in termini di dimensione e distribuzione spaziale delle tagliate, bisogna tener presente che in aree con proprietà costituite prevalentemente da boschi cedui, non è infrequente la presenza di vasti accorpamenti di particelle di una stessa classe cronologica. In questi casi la necessità di ridurre e distanziare le tagliate comporta un primo intervento volto a rompere la continuità di tali accorpamenti, anticipando o ritardando il taglio di qualche particella rispetto al turno. In tutti i casi diventa prioritario distribuire nello spazio le singole tagliate in modo da creare soluzioni di continuità, programmare la loro distribuzione e definire l'entità complessiva della superficie che, senza alterare significativamente il bilancio idrico, potrebbe annualmente essere utilizzata nei singoli bacini idrografici (Iovino, 2005). Inoltre, bisogna limitare l'ampiezza delle superfici di ogni singola tagliata in relazione alla pendenza dei versanti e aumentare l'intervallo tra due utilizzazioni contigue. È utile, infine, prevedere il rilascio di fasce di rispetto nelle zone più critiche e bisognose di protezione.

Oltre a queste misure, diventa necessario inserire nelle norme che regolano l'uso del ceduo la possibilità di eseguire la ceduzione fuori dal periodo consentito dalle Prescrizioni di massima e di polizia forestale. L'utilizzazione dei cedui anche fuori dal periodo ammesso dalle Prescrizioni oltre a non compromettere la capacità di rinnovazione agamica e le possibilità produttive del ceduo, come è stato dimostrato da un'ampia e articolata attività di ricerca (Avolio *et al.*, 2002; Ciancio e Menguzzato, 1985; Ciancio *et al.*, 1998), determinerebbe la presenza dell'uomo in bosco anche durante la stagione estiva, a beneficio della diminuzione del pericolo di incendi. Inoltre, ciò eviterebbe di dover concentrare le utilizzazioni in ristretti periodi di tempo che, in ambiente mediterraneo, coincidono con i mesi di elevate precipitazioni durante i quali i lavori in bosco sono più difficoltosi e disagiati, e determinano anche maggiori danni al suolo (Iovino e Menguzzato, 2001). A questi accorgimenti bisogna aggiungere quelli relativi alla viabilità, da programmare e realizzare non solo sulla spinta delle motivazioni contingenti legate ad ogni singola utilizzazione. Inoltre, le modalità di concentramento e di esbosco devono essere eseguite in modo da non innesca-

re erosione diffusa e incanalata del suolo, da non alterare la qualità delle acque e da evitare impatti negativi a valle delle aree utilizzate.

I cedui sono sistemi forestali particolarmente suscettibili all'incendio per molti motivi: vegetano generalmente in ambienti a clima tipicamente mediterraneo, con un lungo periodo di siccità estiva; la loro struttura si presenta come un intricato insieme di fusti e rami, senza interruzione verticale e orizzontale, fattore che facilita il diffondersi del fuoco. L'abbandono delle cure colturali ha determinato una ulteriore espansione del carico di combustibile rendendo queste formazioni forestali sensibili al rischio di incendio. In questa ottica assume un ruolo fondamentale la esecuzione delle cure colturali che, pur non risultando finanziariamente vantaggiose, rappresentano interventi di miglioramento dei cedui e di prevenzione nella lotta agli incendi¹. Le ripuliture del cespugliame invadente, gli sfollamenti e i diradamenti sulle ceppaie dei polloni soprannumerari, difettosi, malformati, deperienti e dominati, diventano fondamentali per ridurre il carico di combustibile, consentendo nel contempo di ottenere un miglioramento qualitativo della produzione. Gli interventi di sfollamento e di diradamento consentono, infatti, di concentrare nei polloni migliori e più vigorosi la potenzialità produttiva della ceppaia, di eliminare i soggetti deperienti o in cattive condizioni fitosanitarie (Ciancio e Nocentini, 2004).

La riduzione di densità dei polloni non determina solo una diminuzione della biomassa potenzialmente combustibile, bensì conferisce ai popolamenti una maggiore resistenza all'infiammabilità, una minore facilità di propagazione del fuoco al loro interno, una maggiore percorribilità del bosco e conseguentemente una più facile estinzione, minori danni e più pronta ricostituzione del bosco (Iovino *et al.*, 2005). Queste ricadute, insieme a quelle derivanti da un miglioramento complessivo del popolamento, rendono convenienti in termini economici tali interventi.

4. RECUPERO DEI BOSCHI PERCORSI DAL FUOCO

Il fuoco agisce sulla struttura e sulla funzionalità degli ecosistemi forestali a diverse scale spaziali e temporali. Il problema della ricostituzione dei boschi percorsi dal fuoco è molto delicato perché riguarda l'interazione fra molteplici fattori. Molto spesso la migliore strategia per la ricostituzione si basa sul sostegno dei meccanismi naturali di recupero dei sistemi bruciati. Questo perché i boschi bruciati si presentano come sistemi molto fragili, dove interventi ad alto impatto (sgombero di tutto il materiale bruciato, rimodellamento delle pendici, piantagione), soprattutto se effettuati con mezzi meccanici, possono aggravare la situazione, soprattutto perché danneggiano ulteriormente il suolo e accentuano i fenomeni erosivi (Iovino *et al.*, 2005)

Le alterazioni fisiche sui suoli, a seguito degli incendi, hanno effetti sull'idrologia e sull'erosione dei versanti e, conseguentemente, quando il fenomeno interessa vaste superfici, ripercussioni a scala di bacino.

I contributi forniti da molti ricercatori hanno attribuito i

fenomeni di erosione accelerata, verificatasi a seguito del passaggio del fuoco, a repentini aumenti di deflusso superficiale ed erodibilità dei suoli (Scott, 1993; Emmerich e Cox, 1994; Cerdà, 1998; Prosser e Williams, 1998). Gli effetti immediati prodotti dal fuoco, infatti, oltre a manifestarsi con la distruzione, totale o parziale, della vegetazione (Thornes, 1985; Brown, 1990) riguardano il consumo della sostanza organica degli orizzonti superficiali del suolo, la diminuzione della stabilità degli aggregati (Giovannini e Lucchesi, 1983) e lo sviluppo di uno strato superficiale impermeabile (Calvo e Cerdà, 1994).

In effetti, il passaggio del fuoco, favorendo la formazione di uno strato idrorepellente, provocato dalla migrazione di sostanze idrofobiche al di sotto dello strato superficiale del suolo (De Bano *et al.*, 1970), determina una riduzione della capacità di immagazzinamento di acqua nei suoli e, di conseguenza, un aumento del deflusso superficiale (Scott e Van Wyk, 1990). Tale circostanza origina notoriamente fenomeni di erosione diffusa con conseguenti perdite di suolo e quindi di fertilità contribuendo in tal modo ad aumentare le aree a rischio di desertificazione.

Nel contempo, la parziale o totale eliminazione della copertura vegetale espone il suolo stesso all'azione battente delle piogge rendendolo ancora più vulnerabile all'erosione d'impatto (Fahnestock, 1973). La variazione dei parametri di comportamento del fuoco, ed in particolare la variazione dell'intensità lineare del fronte di fiamma, intesa come espressione della quantità di energia emanata nell'unità di tempo per unità di lunghezza del fronte, determina modifiche diverse nel complesso suolo-soprassuolo, ed è proprio la magnitudine di tali modifiche che funge da elemento regolatore principale del processo erosivo (Prosser e Williams, 1998).

Col trascorrere del tempo le variazioni apportate al suolo a seguito del passaggio del fuoco tendono a ridursi progressivamente fino al ripristino delle condizioni iniziali (Brunsdon e Thornes, 1979). Le caratteristiche idrologiche del suolo (aumento della conducibilità idraulica e diminuzione del deflusso superficiale) e quelle biologiche (ripristino della copertura vegetale e della lettiera) vengono ristabilite e la resistenza all'erosione ricomincia a crescere fino a ritornare ai valori normali.

Come conseguenza, esiste un limitato intervallo temporale in cui il fuoco manifesta conseguenze più o meno evidenti nei riguardi dell'erosione. Tale intervallo di tempo, noto anche come tempo di rilassamento (*relaxation time*), può variare da poco più di un mese a diversi anni (Brown, 1972).

4.1 Aspetti operativi

È noto che gli ecosistemi forestali mediterranei, attraverso particolari meccanismi di difesa e di rigenerazione delle specie vegetali che li caratterizzano (spessore della corteccia, semi serotini, capacità di rinnovazione agamica ecc. (Trabaud, 1987; Leone, 1995, 2001) derivanti da un lungo processo di adattamento, si dimostrano *resilienti* al passaggio del fuoco, cioè sono in grado di ricostituire la loro organizzazione e funzionalità in tempi relativamente brevi, purché l'evento non superi i limiti della resilienza propria del sistema.

¹ La legge quadro in materia di incendi boschivi 353/2000 prevede forme di prevenzione che investono direttamente la gestione dei popolamenti forestali e l'art.4 demanda alle Regioni la concessione di contributi ai proprietari privati per operazioni di pulizia e di manutenzione selvicolturale.

Gli interventi colturali a sostegno delle dinamiche naturali di riorganizzazione degli ecosistemi forestali dopo l'incendio sono finalizzati a favorire l'insediamento e/o lo sviluppo della rinnovazione delle specie arboree.

Conseguentemente le tecniche per il recupero per via naturale dei soprassuoli percorsi dal fuoco seguiranno due strategie diverse in relazione alla composizione specifica e alla forma di governo del bosco prima dell'evento.

Nel caso dei cedui il passaggio del fuoco può agire come una ceduzione e la rinnovazione delle specie presenti normalmente avviene alla ripresa vegetativa. In generale, il taglio dei polloni morti e, ove necessario, la succisione o la tramarratura sono le operazioni che vengono tradizionalmente consigliate per favorire il ripristino della vitalità delle ceppaie assecondando l'emissione di polloni proventizi. Occorre, però, tener presente che le latifoglie che costituiscono i cedui del piano basale e mediterraneo sono generalmente caratterizzate da meccanismi di difesa dal fuoco, come cortecce suberose e presenza di gemme epicormiche, che aumentano la possibilità di sopravvivenza degli individui.

Un contributo basato su dati sperimentali è stato fornito da Anfodillo *et al.* (1997) per la stima della sopravvivenza post-incendio di polloni del genere *Quercus* in soprassuoli cedui del Veneto. L'obiettivo della ricerca era di individuare un modello predittivo basato su variabili che fossero allo stesso tempo significative e facilmente rilevabili. Nella situazione esaminata i parametri più direttamente collegati alla sopravvivenza sono risultati la percentuale di chioma viva dopo l'incendio, l'altezza di scottatura sul tronco e il diametro del fusto a m 1,30.

Per quanto riguarda le matricine, è utile rilasciarne sempre il maggior numero possibile non solo per favorire la disseminazione ma anche per conservare *habitat* indispensabili per la fauna, soprattutto gli uccelli, che possono a loro volta facilitare la dispersione del seme. A tal fine, se non vi sono rischi particolari per l'incolumità di eventuali visitatori può essere utile lasciare in piedi grossi esemplari o gruppetti di polloni anche gravemente compromessi.

La valutazione delle possibilità di sopravvivenza è, inoltre, particolarmente utile per dimensionare gli interventi di recupero in soprassuoli cedui già interessati da avviamento a fustaia. In questi casi interventi andanti di ricettazione troppo tempestivi rischiano di azzerare situazioni che invece, sulla base di una valutazione più attenta e meno affrettata, potrebbero rivelare la possibilità di conservare il soprassuolo in modo da salvaguardare anche gli investimenti già effettuati.

Un caso particolare è costituito dai cedui di castagno, dove la mortalità in tempi successivi all'incendio, causata dagli effetti postumi delle scottature, è un fenomeno abbastanza comune. Per questo motivo, soprattutto quando il ceduo prima dell'incendio è in buone condizioni di fertilità e struttura e la maggior parte dei polloni appare danneggiata, il taglio raso di tutto il soprassuolo può risultare l'opzione migliore.

Per le fustaie il recupero per via naturale può far riferimento a diverse strategie operative in relazione alla o alle specie presenti.

Le conifere mediterranee presentano particolari adattamenti all'incendio. La rinnovazione naturale del pino

d'Aleppo e del pino marittimo è particolarmente favorita dal passaggio del fuoco. Il pino d'Aleppo ha coni serotini e costituisce delle vere e proprie banche di seme sulla chioma (Leone, 2001; Saracino *et al.*, 1993; Saracino e Leone, 1991, 2001). I coni del pino marittimo non sono serotini ma si aprono gradualmente durante il periodo estivo; il passaggio del fuoco facilita la rinnovazione di queste specie anche attraverso l'eliminazione della vegetazione concorrente.

5. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Il ruolo del bosco sulla conservazione del suolo oggi deve essere inquadrato nel panorama più ampio della sostenibilità della gestione forestale, come testimoniato dalla rinnovata presa di coscienza che su questo tema si ha a livello nazionale e internazionale.

La conservazione del suolo, intesa come insieme delle operazioni che sinergicamente mirano a contenere i danni derivanti da errata gestione delle risorse e da incuria in territori caratterizzati da evidenti fattori di rischio, rappresenta un settore tipicamente interdisciplinare nel quale l'attività selvicolturale può fornire un contributo fondamentale, sia attraverso i rimboschimenti che mediante azioni mirate al miglioramento dei boschi.

La vulnerabilità di un territorio, come è noto, dipende da cause predisponenti, legate agli aspetti che caratterizzano nel loro insieme le componenti naturali dell'ambiente, ma è connessa direttamente o indirettamente con le cause determinanti prodotte da una serie di fattori, anche coincidenti, che hanno effetti negativi sulla sua stabilità. Tra questi oltre all'impropria utilizzazione del suolo, la presenza di ampie aree denudate per cause diverse, tra cui gli incendi boschivi di notevole intensità e su vaste superfici, il pascolo eccessivo e incontrollato, la semplificazione strutturale e funzionale di molti boschi.

Il bosco è componente significativa dei territori montani e di quelli collinari ed è parte di un sistema articolato di fattori che intervengono sulla regimazione idrica e sul controllo dell'erosione. L'entità della superficie boscata di un bacino idrografico e lo stato di efficienza dei boschi esprimono il livello di efficacia sulla conservazione del suolo, considerata nei tre aspetti interconnessi di regimazione idrica, gestione delle risorse idriche e lotta alla desertificazione. Rimboschimenti, applicazione di modelli selvicolturali a sostegno della gestione forestale sostenibile, recupero di boschi percorsi dal fuoco sono linee operative complementari tra loro e con le altre di natura idraulica e rappresentano interventi strategici per: a) esaltare l'efficienza idrologica dei sistemi forestali e l'efficienza sul controllo dell'erosione superficiale dei suoli; b) ridurre l'entità delle cause che contribuiscono all'innescarsi dei fenomeni di dissesto, mitigando così il rischio nelle aree dove questi possono assumere anche carattere di catastoficità; c) aumentare nel contempo la funzionalità delle opere idrauliche realizzate per contenere gli effetti di tali fenomeni.

La definizione puntuale degli interventi da attuare dovrà essere affidata agli strumenti di pianificazione forestale da sviluppare a diversi livelli e raccordarsi con quelli previsti dalla normativa in materia di conservazione del suolo, nell'ambito dei quali dovranno però assumere il giusto peso.

SUMMARY

ROLE OF SILVICULTURE IN SOIL CONSERVATION

The maintenance of the forest cover in a good functional state represents a primary objective to pursue in a modern integrated management of natural resources. It delineates intervention areas in which the silvicultural activity is relevant and represents a fundamental tool to assure the territory safeguard both through recovery of degraded areas and actions aimed at forest improvement. This has led in the past to reforestation of large areas, once called *mountainous reclamation*, while currently, beyond reforestation, it has to be performed also forest management through sustainability criteria so as to make compatible the use of resources with soil conservation.

In the present work it is described how strategies are applied to increase effectiveness of the forests on the control of surface hydrology and hillslope erosion through various silvicultural treatments, often contemporary required in the same catchment basin.

The restoration of degraded areas or of surfaces unusable for agriculture through reforestations, the renaturalization of forest systems both in structure and functionality, the improvement of coppice forests, post fire reconstruction, the attenuation of degradation causes and mainly the silvicultural prevention of fires, represents useful tools: a) to intensify the hydrological efficiency of forest covers and the effectiveness on the control of soil erosion; b) to reduce the entity of the causes that contribute at triggering dangerous phenomena; d) to increase the functionality of hydraulic works.

RÉSUMÉ

ROLE DE LA SILVICULTURE DANS LA CONSERVATION DU SOL

Avoir des forêts en bon états représente un objectifs prioritaire à poursuivre dans une gestion intégrée des ressources naturelles, ce qui profile des domaines d'interventions pour lesquels l'activité relative à la selviculture est importante et représente un des instrument fondamental pour garantir la sauvegarde du territoire aussi bien en récupérant des zones victimes de dégradation qu'avec des actions visant à l'amélioration des bois. Ceci a entraîné dans le passé au reboisement de grandes superficies, défini comme *bonifica montana*, et actuellement à la nécessité de reboiser il faut en plus gérer les bois avec des critère soutenables de façon à rendre aussi compatible l'utilisation des ressources avec la conservation des sols.

Dans cet article, il est mit en évidence, comment grâce à différents types d'activités de selvicultures souvent nécessaires dans le même bassin hydrographique, des stratégies qui augmentent l'efficacité des bois sur le contrôle de l'hydrologie superficielle et de l'érosion des versants, sont mises en œuvre.

La récupération de zones dégradées ou n'étant plus utilisable pour l'agriculture, grâce au reboisement, la renaturalisation des systèmes forestiers simplifier dans la nature et dans la fonctionnalité, l'atténuation des causes de

dégradation et d'abord la prévention relatif à la silviculture des incendies, représentent les instruments pour: a) augmenter l'efficacité hydrologique des couvertures forestières et l'efficacité sur le contrôle de l'érosion superficielle des sols; b) réduire l'étendue des causes qui contribuent à l'amorce des phénomènes de débâcle; c) augmenter en même temps la fonctionnalité des oeuvres hydrauliques.

BIBLIOGRAFIA

- Anfodillo T., Mauri W., Colpi C., 1997 - Stima della sopravvivenza post-incendio di individui del genere *Quercus*. *Monti e Boschi* 48: 48-53.
- Avolio S., Ciancio O., Iovino F., Menguzzato G., Morandini R., 2002 - *Epoca di taglio e capacità di rinnovazione agamica nei boschi cedui*. In: "Il bosco ceduo in Italia", a cura di Orazio Ciancio e Susanna Nocentini. *Accademia Italiana di Scienze Forestali*: 199-217.
- Barbati A., 1999-2000 - *La rinaturalizzazione dei rimboschimenti di Monte Morello: metafora di piano attendendo una teoria di autorganizzazione*. Elaborato Tesi di Dottorato in Economia e Pianificazione Forestale. XIII Ciclo.
- Bosch J.M., Hewlett J.D., 1982 - *A review of catchment experiments to determine the effects of vegetation changes on water yield and evaporation*. *Journal of Hydrology*, 55: 3-23.
- Brown J.A.H., 1972 - Hydrologic effects of a bushfire in a catchment in south-eastern New South Wales. *J. Hydrology*, 15: 77-96.
- Brunsdon, D., Thornes, J.B., 1979 - *Landscape sensitivity and change*. *Trans. Inst. Brit. Geogr.*, 4: 463-484.
- Calvo A., Cerdà A., 1994 - *An example of the changes in the hydrological and erosional response of soil after fire, Pedralba (Valencia), Spain*. In: Sala M. and Rubbio J.L.(Eds). *Soil erosion as a Consequences of Forest Fire*. *Geoforma Ediciones, Logrono, Spain*: 99-110.
- Cantore V., Iovino F., Puglisi S., 1994 - *Influenza della forma di governo sui deflussi liquidi e solidi in piantagioni di eucalitti*. *L'Italia Forestale e Montana*, 5: 463-477.
- Cerdà, A., 1998 - Changes in overland flow and infiltration after a rangeland fire in a Mediterranean scrubland. *Hydrological Processes*, 12: 1031-1042.
- Ciancio O., 2000 - *Selvicoltura e arboricoltura da legno*. In: *Atti della Tavola rotonda su: "Selvicoltura ed arboricoltura da legno: quale gestione?"* Collana Sicilia Foreste 7. Supplemento alla Rivista trimestrale Sicilia Foreste. *Officine Grafiche Riunite, Palermo*: 13-16.
- Ciancio O., 2002 - *Rimboschimenti e piantagioni in Italia*. *Rimboschimenti e piantagioni nelle trasformazioni del paesaggio*. A cura di P.Corona e M.Marchetti. *Quaderno 15 IAED. Edizioni Papageno*: 9-12.
- Ciancio O., Iovino F., 1995 - *I sistemi forestali e la conservazione del suolo*. I Georgofili. *Atti dell'accademia dei Georgofili*. Anno 1994 "Global Change": Il verde per la difesa ed il ripristino ambientale. *Settima Serie, Vol. XLI*: 85-146.
- Ciancio O., Menguzzato G., 1985 - *Sull'epoca di taglio dei cedui di castagno*. *Annali dell'istituto Sperimentale per la Selvicoltura*, XVI: 251-277.

- Ciancio O., Nocentini S., 1996 - *Il bosco e l'uomo: l'evoluzione del pensiero forestale dall'umanesimo moderno alla cultura della complessità. La selvicoltura sistemica e la gestione su basi naturali*. In: "Il bosco e l'uomo", a cura di Orazio Ciancio. Firenze, Accademia Italiana di Scienze Forestali: 21-115.
- Ciancio O., Nocentini S., 2004 - *Il bosco ceduo. Selvicoltura Assestamento Gestione*. Accademia Italiana di Scienze Forestali. Firenze 721 pp.
- Ciancio O., Iovino F., Menguzzato G., Nicolaci A., 1998 - *Concerning cutting periods for holm oak coppices*. Annali ISSA. Anno 1996. Special Issue MEDCOP 27: 89-95.
- Ciancio O., Iovino F., Menguzzato A., Nicolaci A., Nocentini S., 2006 - *Structure and growth of a small group selection forest of calabrian pine in Southern Italy: A hypothesis for continuous cover forestry based on traditional silviculture*. Forest Ecology and Management, Vol. 224: 229-234.
- Ciancio O., Iovino F., Mendicino V., Menguzzato G., Nicolaci A., Nocentini S., 2008 - *Structure and management of Aleppo pine forest*. Options méditerranéennes. Series A: Mediterranean Seminars. 75: 61-72.
- Cinnirella S., Iovino F., Perniola G., Tersaruolo A.M., 1995 - *Efficacia dei diradamenti sulla riserva idrica del suolo*. Annali Istituto Sperimentale per la Selvicoltura di Arezzo. Vol. XXIV: 7-22.
- Compostella G., Iovino F., 1999 - *Studio sull'umidità del suolo in relazione ai diradamenti in popolamenti di Pino laricio*. L'Italia Forestale e Montana. LIV, 6: 308-323.
- Commissione delle Comunità Europee, 2002 - *Verso una strategia tematica per la protezione del suolo*. COM (2002) 179.
- Corona P., Ducoli V., Eccher A., Ferrara A., Papitto P., 1989 - *Analisi multivariata delle formazioni forestali del Parco Naturale Regionale dei Monti Simbruini*. Monti e Boschi. 4: 41-47.
- Corona P., Lucci S., Iovino F., 1996 - *La gestione dei sistemi forestali nella conservazione del suolo*. Seconda parte: Strategie operative e pianificazione forestale. Linea Ecologica 4: 4-15.
- Dalla Fontana G., 1996 - *Il contributo della foresta alla mitigazione della vulnerabilità del territorio*. Parchi. Rivista del Coordinamento Nazionale dei Parchi e delle Riserve Naturali 19: 56-63.
- DeBano L.F., Mann L.D., Hamilton D.A., 1970 - *Translocation of hydrophobic substances into soil by burning organic litter*. Soil Sc. Soc. Am. J., 34: 130-133.
- De Mas G., 1993 - *Tecniche selvicolturali nel restauro ambientale. L'esempio della rinaturalizzazione di aree rimboschite con pino nero*. Monti e Boschi. 1: 16-22.
- Dimase A.C., Iovino F., 1988 - *Capacità d'uso dei suoli dei bacini idrografici del Trionto, Nicà e torrenti limitrofi (Calabria)*. CNR, Istituto di Ecologia e Idrologia Forestale. Cosenza. Pubblicazione n. 4: 1- 56.
- Dimase A.C., Iovino F., 1996 - *I suoli dei bacini idrografici del Trionto, Nicà e torrenti limitrofi (Calabria)*. Pubblicazioni della Accademia Italiana di Scienze Forestali. Firenze, 112 pp.
- Dyck W.J., Cooke J.G., 1981 - *Exotic forestry and its effect on water quality*. In: Proceedings of a Seminar on The Waters of the Waikato. University of Waikato, New Zealand. Vol.1: 63-84.
- Eccher A., Ciancio O., 1983 - *I rimboschimenti*. L'Italia Agricola. 4: 103-104.
- Emmerich W.E., Cox J.R., 1994 - *Changes in surface runoff and sediment production after repeated rangeland burns*. Soil Science Soc. Am. Journal, 58: 199-203.
- Fabbio G., Iovino F., Menguzzato G., Tabacchi G., 2002 - *Confronto fra modelli di previsione della biomassa arborea elaborati per cedui di leccio*. In: "Il bosco ceduo in Italia", a cura di Orazio Ciancio e Susanna Nocentini. Accademia Italiana di Scienze Forestali: 469-495.
- Fahnestock G.R., 1973 - *Use of fire in managing forest vegetation*. Trans. of the Asae: 410-413,419.
- Ferrari E., Iovino F., Veltri A., 2004 - *Bosco e ciclo dell'acqua: aspetti metodologici ed applicativi*. In: "Tecniche per la difesa dall'inquinamento", a cura di Giuseppe Frega. Editoriale Bios, Cosenza: 645-660.
- Ferrari E., Callegari G., Iovino F., Veltri A., 2002 - *Influenza della copertura forestale e impatto degli interventi selvicolturali sulla risposta idrologica in un bacino sperimentale della Calabria*. 28° Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche. Potenza 16/19 settembre 2002. Editoriale Bios Cosenza. Volume V: 355-365.
- Garfi G., Veltri A., Callegari G., Iovino F., 2006 - *Effetti della ceduzione sulle perdite di suolo in popolamenti di castagno della Catena Costiera Cosentina (Calabria)*. L'Italia Forestale e Montana, Vol. 61, 6: 507-531.
- Giordano E., 2004 - *La gestione forestale sostenibile nel quadro degli accordi internazionali sulle risorse naturali*. In: "Gestione dei Sistemi Forestali e Risorse Idriche", a cura di Giuseppe Frega. Quaderni di Idrotecnica, 17: 13-19. Editoriale Bios, Cosenza.
- Giovannini G., Lucchesi S., 1983 - *Effect of fire on hydrophobic and cementing substances of soil aggregates*. Soil Science, 136: 231-236.
- Iovino F., 2003 - *I rimboschimenti e le piantagioni da legno nel recupero dei territori montani*. In: "La progettazione di opere idrauliche in zona montana", a cura di Ugo Maione, Armando Brath, Paolo Mignosa. Atti del corso di aggiornamento 7-11 ottobre 2002. Politecnico di Milano. Editoriale Bios, Cosenza: 297-329.
- Iovino F., 2004 - *Restauro ambientale mediante rimboschimenti*. In: "Progettazione di aree verdi e ingegneria naturalistica in ambiente mediterraneo", a cura di Salvatore Puglisi. Editoriale Bios Cosenza: 253-270.
- Iovino F., 2005 - *La gestione dei cedui di castagno nelle aree interessate da colate di piroclastici in Campania*. Atti del convegno "Scritti in Onore di Orazio Ciancio", Firenze, 22/11, 2005, A cura di Corona P., Iovino F., Maetke F., Marchetti M., Menguzzato A., Nocentini S., Portoghesi L., Accademia Italiana di Scienze Forestali: Firenze: 267-284.
- Iovino F., 2007a - *Gestione sostenibile delle risorse forestali per mitigare la vulnerabilità del territorio di Pizzo d'Alvano*. Atti del convegno "La mitigazione del rischio da colate di fango a Sarno e negli altri comuni colpiti dagli eventi del maggio 1998", Napoli, 2-3 maggio, 2005, A cura di Versace P., Commissariato di Governo per l'Emergenza Idrogeologica in Campania: Napoli, pp. 297-315.

- Iovino F., 2007b - *Analisi dell'uso del suolo e linee operative di gestione forestale sostenibile per mitigare la vulnerabilità del territorio di Pizzo d'Alvano (Campania)* Quaderni del Camilab, Laboratorio di Cartografia Ambientale e Modellistica Idrogeologica. Università della Calabria. Dipartimento di Difesa del Suolo "V. Marone": 60 pp.
- Iovino F., Menguzzato G., 1996 - *La gestione forestale per il ritorno alle formazioni complesse*. In "Il bosco e l'uomo", a cura di Orazio Ciancio. Accademia Italiana di Scienze Forestali: 215-224. Tipografia Coppini Firenze.
- Iovino F., Menguzzato G., 2001 - *Valorizzazione culturale dei boschi cedui dell'Italia Meridionale*. L'Italia Forestale e Montana, 5: 362-376
- Iovino F., Menguzzato G., 2002 - *Rimboschimenti in Calabria: storia e significato*. In: Rimboschimenti e piantagioni nelle trasformazioni del paesaggio. Atti 12° Seminario IAED a cura di P. Corona e M. Marchetti. Edizioni Papageno Palermo: 109-122.
- Iovino F., Menguzzato G., 2003 - *Il ruolo dei rimboschimenti nella lotta alla desertificazione*. Atti del III Congresso S.I.S.E.F. IP Office/2003-R.Antonimi, Viterbo 105-109.
- Iovino F., Menguzzato G., 2004 - *Gestione sostenibile dei boschi in ambiente mediterraneo*. Atti del convegno "Selvicoltura: a che punto siamo?", Vallombrosa (Firenze), 23-24 ottobre, 2003, Ed. Fondazione San Giovanni Gualberto - Osservatorio Foreste e Ambiente: Vallombrosa, pp. 143-151.
- Iovino F., Puglisi S., 1989 - *Il bacino strumentato Bonis tributario del torrente Cino nel versante ionico silano (Calabria)*. Quaderni di Idronomia Montana, 9: 159-169.
- Iovino F., Puglisi S., 1990 - *L'aménagement des reboisements de protection. Un cas d'étude*. Contributo volontario presentato al X World Forest Congress Paris 1991. Proceedings Vol. 2: 276.
- Iovino F., Veltri A., 2004 - *Gestione del bosco e impatto sulle risorse idriche*. In: "Gestione dei Sistemi Forestali e Risorse Idriche", a cura di Giuseppe Frega. Quaderni di Idrotecnica, 17: 29-43. Editoriale Bios, Cosenza.
- Iovino F., Callegari G., Veltri A., 2001 - *Impatto della gestione dei rimboschimenti di pino laricio sul bilancio idrico*. L'Italia Forestale e Montana, 5: 352-361.
- Iovino F., Menguzzato G., Nocentini S., 2005 - *Forest fire management in Italy and in the mediterranean basin*. Cooperation Days. International Symposium on Forest Fires. Experience from the Italian Cooperation. Prevention and active fight in the Mediterranean. Reggio Calabria, Italy, 24-25 November 2004. Calabria Regional Council, Nucleo di Ricerca sulla Desertificazione Università di Sassari.
- Iovino F., Cinnirella S., Veltri A., Callegari G., 1998 - *Processus hydriques des écosystèmes*. Ecologie, t.29, 1-2: 369-375.
- Leone V., 1995 - *Gli incendi boschivi: difesa e ricostruzione*. I Geogorfil: Atti dell'Accademia dei Geogorfil, Settima Serie, XLII: 61-78.
- Leone V., 2001 - *Interventi selvicolturali per il recupero di soprassuoli boschivi percorsi da incendio*. L'Italia Forestale e Montana. 6: 430-440.
- Lucci S., 1993 - *Conservazione del suolo e meccanizzazione nelle attività di rimboscimento*. S.A.F.- Gruppo E.N.C.C. Roma: 86 pp.
- Mancini F., 1956 - *Contributo alla geopedologia della Macchia di Migliarino (Pisa)*. Accademia Italiana di Scienze Forestali. Firenze. 5-35.
- Mancini F., 1960 - *Modificazioni del suolo per effetto dei rimboschimenti*. Accademia Italiana di Scienze Forestali. Firenze. 3-25.
- Mancini F., 1975 - *Qualche parola sulla evoluzione del suolo e la sua conservazione a seguito dei rimboschimenti*. Informatore Botanico Italiano. Volume VII (1): 58-69.
- Marchetti M., Campaiola F., Lozupone G. 1995 - *Progettazione di interventi culturali nei rimboschimenti di pino nero dell'Appennino laziale*. Atti, La progettazione ambientale nei sistemi agroforestali. Iaed: 102-114.
- Marchi E., Piegai F., 2001 - *Sistemi di utilizzazione forestale a basso impatto ambientale*. L'Italia Forestale e Montana, 56 (6) : 477-490.
- MCPFE, 2007 - *Fifth Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe. Forests for quality of life*. Resolution 2 Forests and Water Varsavia.
- Murphy G., Jackson R.J., 1989 - *Water regime changes resulting from soil disturbance through mechanisation of forest operations*. ECE/ILO/FAO Joint Committee on forest working techniques and training of forest workers. Louvan-la-Neuve.
- Nocentini S., 1995 - *La rinaturalizzazione dei rimboschimenti. Una prova su pino nero e laricio nel complesso di Monte Morello (Firenze)*. L' Italia Forestale e Montana (50) 4: 425-435.
- Nocentini S., 1999 - *La gestione dei rimboschimenti tra selvicoltura e arboricoltura da legno*. In: "Nuove frontiere nella gestione forestale", a cura di O. Ciancio. Accademia Italiana di Scienze Forestali. Firenze: 117-129.
- Nocentini S., 2000 - *La rinaturalizzazione dei sistemi forestali: aspetti concettuali*. L'Italia Forestale e Montana. 4: 211-218.
- Nocentini S., 2004 - *La conservazione degli ecosistemi forestali: il ruolo degli alberi morti*. In: "Gestione dei Sistemi Forestali e Risorse Idriche", a cura di Giuseppe Frega. Quaderni di Idrotecnica, 17: 107-115. Editoriale Bios, Cosenza.
- Pavari A., Susmel L., 1961 - *I rimboschimenti nella Catena Appenninica*. Atti del congresso nazionale sui rimboschimenti e sulla ricostituzione dei boschi degradati. Accademia Italiana Scienze Forestali. Firenze 12-15 aprile 1961. Volume I Relazioni: 185-223.
- Prosser, I.P., Williams, L., 1998 - *The effect of wildfire on runoff and erosion in native Eucalyptus forest*. Hydrological Processes, 12: 251-265.
- Saracino A., Leone V., 1991 - *Osservazioni sulla rinovazione del Pino d'Aleppo (Pinus halepensis Mill.) in soprassuoli percorsi dal fuoco*. I. La disseminazione. Monti e Boschi, 6: 39-46.
- Saracino A., Leone V., 2001 - *Strategie di sopravvivenza al fuoco e meccanismi di recupero post-incendio in ambiente mediterraneo: il caso delle pinete di Pino d'Aleppo*. Monti e Boschi, 2: 38-46.
- Saracino A., Corona P., Leone V., 1993 - *La rinvovazione naturale del Pino d'Aleppo (Pinus halepensis Mill.) in soprassuoli percorsi dal fuoco (II parte)*. Fattori topografici e distribuzione spaziale degli ecoidi. Monti e Boschi, 3: 10-20.

- Scott D.F., 1993 - *The hydrological effects of fire in South African mountain catchments*. J. Hydrology, 150: 409-432.
- Scott D.F., Van Wyk D.B., 1990 - *The effects of wildfire on soil wettability and hydrological behaviour of an afforested catchment*. J. Hydrology, 121: 239-256.
- Stone E.L., 1975 - *Effects of species on nutrient cycles and soil change*. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, 271: 149-162.
- Swank W.T., 1988 - *Stream chemistry responses to disturbance*. In: Swank W.T., Crossley D.A. Jr. (eds), *Forest Hydrology and Ecology at Coweeta*. Ecological Studies, 66: 339-357.
- Thornes J.B., 1985- *The ecology of erosion*. Geography, 70: 222-236.
- Trabaud L., 1987 - *Fire and survival traits of plants*. In: *The Role of Fire in Ecological System*. L. Trabaud (ed.). SPB Academic Publishing, The Hague: 65-89.

SELVICOLTURA E RISORSE IDRICHE, OVVERO BOSCHI E BUONA ACQUA. NUOVA FUNZIONE O NUOVA CONSAPEVOLEZZA?

(*) *Laboratorio di Ecologia e Geomatica Forestale, Dipartimento di Scienze e Tecnologie per l'Ambiente e il Territorio, Università del Molise, Pesche, Isernia*

L'acqua è una risorsa naturale unica e rinnovabile ma nello stesso tempo limitata. Per anni lo sfruttamento delle risorse idriche è avvenuto come se esse fossero illimitate, senza considerare gli equilibri ecologici e idrogeologici. Le foreste giocano un significativo ruolo di protezione, sia per la prevenzione dell'erosione e perdita di suolo, sia per la protezione della risorsa di acqua potabile. Coprendo circa 1/3 della superficie del paese, assumono un elevato valore rispetto alla risorsa idrica, in quanto, rappresentano la fonte preferita per la produzione, lo stoccaggio e la captazione di acqua potabile necessaria per i fabbisogni delle popolazioni. La disponibilità e la qualità dell'acqua sono caratteristiche fortemente influenzate dalle foreste e quindi dipendono da una corretta gestione forestale. Il ruolo della selvicoltura nella protezione delle risorse idriche oggi deve essere inquadrato nel panorama più ampio della sostenibilità della gestione forestale, finalizzata a mantenere e ad esaltare l'efficacia dei sistemi forestali sulla regimazione idrica, a migliorare la disponibilità idrica e a non alterare i processi che influenzano la qualità delle acque, a contrastare i fenomeni di degrado e i processi di erosione del suolo che rappresentano i sintomi più significativi della desertificazione. Gestione integrata delle risorse idriche, mitigazione dei fenomeni catastrofici, lotta alla desertificazione rappresentano tematiche verso le quali, a livello internazionale e nazionale vi è una rinnovata presa di coscienza, come dimostrato anche recentemente nell'ambito della quinta Conferenza ministeriale sulla protezione delle foreste in Europa, a Varsavia nel novembre 2007.

Parole chiave: regolarità, quantità e qualità dell'acqua, gestione forestale sostenibile.

Key words: regularity, quantity and quality of water, sustainable forest management.

Mots clés: régularité, quantité et qualité de l'eau, gestion durable de forêt.

INTRODUZIONE

L'acqua è una risorsa naturale unica, rinnovabile ma nello stesso tempo limitata e distribuita in modo disomogeneo in dipendenza delle variabili che ne guidano il ciclo nella biosfera ed è senza dubbio la più importante delle risorse naturali per la vita dell'uomo e degli altri esseri viventi. La sua disponibilità e qualità sono molto variabili sia a livello europeo sia a livello mondiale e a tal proposito, l'Organizzazione Mondiale della Sanità, dichiara che circa l'80 % della popolazione mondiale vive in luoghi dove già la sola disponibilità della risorsa è ormai a rischio. Il numero di esseri umani e le loro necessità crescono, ma le risorse idriche mondiali rimangono costanti e l'acqua viene ancora utilizzata senza tenere conto della sua crescente scarsità. Nel corso della cerimonia della giornata mondiale dell'acqua del 2007, il direttore della FAO, Jacques Diouf, ha definito la scarsità d'acqua come "la sfida del secolo" (FAO, 2007). Per affrontarla si devono trovare modi più efficaci di conservare, usare e preservare le risorse idriche del pianeta. Si prevede che nel 2030 la popolazione mondiale raggiungerà la cifra di 8.1 miliardi di persone e dato che dal 1950 ad oggi la domanda d'acqua è triplicata, entro il 2050, essa raddoppierà ulteriormente. Per stare al passo con l'accresciuta domanda di cibo, nei prossimi 30 anni si dovrà destinare all'agricoltura un 14% in più d'acqua. In virtù dell'incremento demografico e di una maggiore richiesta d'acqua per soddisfare il fabbisogno dei grandi agglomerati urbani, dell'agricoltura e dell'industria, s'intensifica la pressione sulle risorse idriche e questo pro-

voca tensioni e conflitti tra diversi fruitori che si contendono la risorsa ed uno stress eccessivo sull'ambiente (Anzera e Marniga, 2003). I cambiamenti climatici, parte dei cambiamenti globali che aumentano continuamente l'eterotopia, la polarizzazione nell'uso delle terre, comportano nuove sfide specifiche. Il riscaldamento globale sembra infatti il principale responsabile dei periodi di siccità sempre più frequenti e intensi. Sono evidenti, quasi su tutto il territorio nazionale, trend di aumento della temperatura (con il conseguente aumento di evapotraspirazione) e di riduzione della quantità di precipitazioni totale annua, ma soprattutto variazioni nella distribuzione spazio-temporale degli eventi piovosi, che portano ad una sensibile riduzione delle portate medie e di magra dei corsi d'acqua ma anche ad un aumento dell'intensità di pioggia durante gli eventi, incrementando il rischio di piena (Todini, 2008). Un calo nella disponibilità idrica si verificherà in Italia, soprattutto alla fine dell'autunno ed in inverno. Tale trend di riduzione è già evidente nei dati storici registrati negli ultimi 80 anni (20% in meno di piovosità e 30% in meno di portate dei fiumi). Si intensificano i fenomeni estremi quali uragani ed inondazioni, che distruggono coltivazioni, contaminano le falde acquifere e danneggiano le strutture dove si conserva e si trasporta l'acqua (<http://www.fao.org/newsroom/it/news/2007/1000520/index.html>). Sovrasfruttamento e inquinamento delle risorse idriche e alterazione del ciclo dell'acqua provocano modifiche degli habitat naturali, in particolare di quelli fluviali, costieri e delle più importanti zone umide della terra (l'importanza delle interazioni tra zone umide e stoccaggio di acqua è sottolineato dalla *Con-*

ference of the Contracting Parties to the Convention on Wetlands, Ramsar, Iran, 1971). Gravano dunque sugli ecosistemi nella loro globalità incidendo sui microclimi, provocando l'inaridimento dei suoli e i conseguenti processi di desertificazione nonché la riduzione della biodiversità.

Le ripercussioni sulla collettività dovute all'alterazione del ciclo idrologico sono dunque di notevoli proporzioni. Le cause del sovrasfruttamento idrico e dell'inquinamento idrico complessivo sono molteplici, molto complesse e tra loro interrelate. Per anni lo sfruttamento delle acque è avvenuto come se esse fossero illimitate, senza tenere conto degli equilibri ecologici, idrologici e geologici ad esse legati. La progressiva riduzione della disponibilità dell'acqua è stata negli anni passati evidenziata e denunciata dagli esperti dei vari settori d'utilizzo, ma non ha determinato alcun effetto sugli organismi politici e decisionali, nonostante la scarsità d'acqua possa rappresentare la vera crisi mondiale e le Nazioni Unite abbiano riconosciuto il decennio 2005-2015 come il decennio "*Water for Life*" (www.fao.org/forestry/unasyuva). Appare necessaria una nuova consapevolezza del fatto che la rarità crescente delle risorse di acqua dolce, ed il cattivo uso che ne viene ancora fatto, minacciano gravemente le possibilità di uno sviluppo che sia sostenibile a livello globale. In particolare poi, tutto ciò riguarda strettamente da vicino i sistemi mediterranei, alla frontiera con i processi di desertificazione e desertizzazione (Corona *et al.*, 2006).

Assistiamo ad iniziative che rendono conto dell'emergenza prossima. Dall'estate 2007, Levissima spa, in collaborazione con UNIMI – Dipartimento di Scienza della Terra – ha dato vita ad un progetto di ricerca in Valtellina (Ghiacciaio Dossdè), finalizzato alla quantificazione delle perdite idriche causate dalla fusione glaciale e alla formulazione di concrete proposte di mitigazione, che arrivano alla copertura del ghiaccio nel periodo estivo.

IL RUOLO DELLE FORESTE E DELLA SELVICOLTURA

E' riconosciuto da sempre che la disponibilità e la qualità dell'acqua sono fortemente influenzate dalle foreste, la loro presenza e la loro gestione. Inoltre il cambiamento climatico sta alterando il ruolo delle foreste nella regolazione dei flussi idrici e sta influenzando la disponibilità della risorsa idrica (Bergkamp *et al.*, 2003). La vegetazione, agisce con azioni di tipo meccanico e biologico riassumibili in: evapotraspirazione, intercettazione delle precipitazioni, attutimento dell'azione battente al suolo, rallentamento del deflusso, filtrazione, arricchimento, riduzione dell'evaporazione del suolo, impulso ai processi pedogenetici, miglioramento delle caratteristiche chimiche, fisiche e biologiche del suolo, e riveste un ruolo chiave nel bilancio idrico di qualsiasi unità territoriale.

La regolazione delle acque e la conservazione del suolo, contribuendo il bosco all'allungamento dei tempi di corrivazione e di approvvigionamento idrico dei suoli forestali e delle falde acquifere, sono tra i più importanti servizi esercitati dagli ecosistemi forestali (Calder *et al.*, 2007). Inoltre, rallentando lo scioglimento della neve accumulata al suo interno, il bosco aumenta la quantità di acqua che si infiltra in profondità nel terreno. Anche con riferimento alla funzione idrologica così descritta si co-

mincia a parlare anche in Italia, di servizi senza prezzo, quale la fornitura di risorse idriche a fini potabili, che internalizzano i costi della gestione delle aree di captazione (Pettenella *et al.*, 2007), con valori intorno a 50 €/ha/anno e sovracosti intorno ai 0,001 €/mc d'acqua prodotta (Roman-Amat *et al.*, 2002). Purtroppo, anche questi benefici sono potenzialmente a rischio a causa dei cambiamenti globali e, a volte, dell'abbandono delle pratiche gestionali, anche se lo stato delle conoscenze in merito è ancora limitato. L'influenza delle varie fisionomie tipologico-strutturali sulla regimazione idrica è certamente diversa ma, in ogni caso, il bosco ha una capacità di protezione del suolo ed un potere regimante ben maggiori rispetto alle altre classi di uso del suolo.

L'erosione idrica è il più rilevante sistema di degradazione del suolo. Infatti, la progressiva riduzione dello strato superficiale del suolo e della sua capacità produttiva, costituiscono l'elemento comune che associa molte aree soggette a desertificazione. Questo fenomeno è legato alla storia dell'utilizzo del suolo, sia agricolo che extra-agricolo, e si stima che negli ultimi decenni, con la modernizzazione dei sistemi produttivi, l'erosione abbia superato di 30 volte il tasso di erosione tollerabile (Pagliani, 2004). Nonostante negli ultimi decenni la copertura forestale del nostro Paese sia aumentata, migliorando la difesa del suolo dall'aggressività climatica, permangono molte situazioni, soprattutto nell'Italia centro meridionale, dove ad una scarsa copertura vegetale corrisponde un eccessivo sfruttamento dei pascoli. Un altro ben noto indice di aggravamento del rischio di erosione del suolo è rappresentato dagli incendi forestali: l'aumento della loro frequenza negli ultimi decenni provoca rilevanti conseguenze sul tasso di erosione, sulla diminuzione della biodiversità e sulle proprietà fisiche e chimiche del suolo, quali la perdita di nutrienti e la riduzione di permeabilità.

Le foreste giocano dunque un ruolo di protezione particolarmente significativo, oltre che per la prevenzione dell'erosione e perdita di suolo, anche per la protezione della risorsa di acqua potabile (Dudley e Stolton, 2003). Esse costituiscono elemento essenziale del territorio e del paesaggio culturale Europeo, coprendo circa 1/3 della superficie ed assumono un elevato valore rispetto alla risorsa idrica, in quanto rappresentano fonte preferenziale per la produzione, lo stoccaggio, la biopurificazione e la captazione di acqua potabile necessaria per i fabbisogni delle popolazioni. Il 10% delle foreste europee hanno come funzione addirittura principale quella di protezione del suolo e dell'acqua, e questo è tanto più vero per il nostro paese dove la geografia forestale coincide con quella della montagna (MCPFE, *State of european forests 2007, Criterion 5*, <http://mcpfe.org/files/u1/publications/pdf/>).

Nell'ultimo decennio, in molti paesi sviluppati, gli obiettivi della gestione forestale, le pratiche e le tecniche, e persino i gestori stessi, sono cambiati radicalmente, passando dalla concezione classica di tipo prevalentemente produttivistico a quella che si fonda sui principi della sostenibilità ambientale. Anche se sono dati che possono sembrare acquisiti, in un'ottica finalmente multifunzionale la difesa degli acquiferi potrà assumere valenze prioritarie per la pianificazione e per la ricerca nell'immediato futuro (<http://www.forestandwater.uni-goettingen.de/>).

La crescente attenzione ai valori ambientali ha portato

ad una maggiore enfasi nella gestione di foreste naturali a scopi multipli, ad una riduzione dell'intensità di sfruttamento e a modifiche delle pratiche selvicolturali. La coltivazione del bosco si configura sempre più come cura e difesa di valori di interesse collettivo e non può prescindere dal riconoscimento e dalla valorizzazione di beni e servizi legati alle funzioni ecologiche che fanno del bosco stesso un presidio per la sicurezza del territorio e una componente della qualità ambientale.

Tecniche di selvicoltura vicine alla natura come quella sistemica (Ciancio *et al.*, 1999), con lo scopo di ottenere boschi ecologicamente stabili e resilienti, ricchi di specie sia vegetali che animali, con la massima resistenza ai fattori di disturbo esterni e in definitiva più efficaci anche dal punto di vista idrologico, consentono all'economia forestale di fornire un contributo importante per conservare l'elevata qualità delle acque provenienti da bacini imbriferi forestali. In questo contesto sono significativi soprattutto la composizione delle specie arboree, l'età dei popolamenti, il tipo di gestione forestale, gli interventi selvicolturali. Nell'ambito della pianificazione forestale, la protezione dell'acqua potabile, di sorgenti e impianti di pompaggio importanti nel bacino imbrifero dovrebbe avere la massima priorità come indicato anche da alcune *multiutility* importanti a livello nazionale (<http://www.sorellanatura-acqua.org>).

La Direttiva 2000/60/CE ha istituito un quadro normativo comunitario di riferimento in materia di gestione sostenibile e tutela di tutte le acque, quelle superficiali interne, di transizione, costiere e di quelle sotterranee, al fine di perseguire obiettivi comuni di salvaguardia, tutela e miglioramento della qualità ambientale, ma non fa riferimento all'importanza della gestione forestale per la tutela dell'acqua (Kaimowitz, 2004).

Il ruolo della selvicoltura nella protezione delle risorse idriche oggi deve essere inquadrato nel panorama più ampio della sostenibilità della gestione forestale, finalizzata a mantenere e ad esaltare l'efficacia dei sistemi forestali sulla regimazione idrica, a migliorare la disponibilità idrica e a non alterare i processi che influenzano la qualità delle acque, a contrastare i fenomeni di degrado e i processi di erosione del suolo (Pagliai, 2004). Gestione integrata delle risorse idriche, mitigazione dei fenomeni catastrofici, lotta alla desertificazione rappresentano tematiche verso le quali, a livello internazionale e nazionale vi è una rinnovata presa di coscienza, come dimostrato anche recentemente nell'ambito della V Conferenza ministeriale sulla protezione delle foreste in Europa, svoltasi a Varsavia nel novembre 2007. La Dichiarazione esorta i governi a proteggere e a utilizzare in modo sostenibile le foreste sottolineando il ruolo fondamentale di questi ecosistemi per la nostra qualità della vita: le foreste mitigano infatti le conseguenze dei pericoli naturali e dei cambiamenti climatici, ci forniscono energia rinnovabile e proteggono le nostre risorse idriche. In particolare, la seconda risoluzione (http://5th.mcpfe.org/file/Warsaw_Resolution_2.pdf) "foreste e acqua" evidenzia la necessità di un miglior coordinamento delle politiche in materia di foreste e di risorse idriche a livello sia locale che regionale e internazionale, e ciò perché le foreste "proteggono dalle piene e dall'erosione del suolo, e forniscono acqua potabile pulita" (si pensi ai luoghi di approvvigionamento delle grandi aree metropolitane, WWF/WB, 2003).

In tale occasione è stato realizzato un elenco di azioni, per migliorare il grado di conoscenza dell'argomento, tra cui: il riconoscimento delle strette relazioni che intercorrono tra le foreste e l'acqua e dello squilibrio crescente di richiesta e disponibilità di acqua, la necessità di garantire un'adeguata qualità e quantità di acqua al fine di sostenere lo sviluppo sociale, l'influenza dei cambiamenti climatici globali sulle foreste, che condizionano la loro gestione e di conseguenza il ciclo dell'acqua, il ruolo delle foreste nella protezione della qualità dell'acqua, la gestione integrata delle risorse idriche, la riduzione dei fenomeni catastrofici come inondazioni e frane.

Gli stati firmatari e la UE si sono impegnati a:

- rafforzare le funzioni protettive delle foreste per l'acqua e il suolo, come pure per la riduzione delle calamità naturali connesse all'acqua attraverso la gestione sostenibile delle foreste, in particolare attraverso *partnerships* pubbliche e private, tenendo conto delle linee guida del criterio 5 della *PEOLG (PEOLG – MCPFE Pan-European Operational Level Guidelines for Sustainable Forest Management, Annex 2 to L2 Resolution)*;
- valutare l'influenza dei progetti di imboschimento e rimboschimento sulla qualità e la quantità delle risorse idriche;
- dare priorità al ripristino di foreste degradate, in particolare nelle pianure alluvionali e negli spartiacque per il beneficio degli ambienti acquatici, la riduzione di alluvione e la conservazione della biodiversità;
- sviluppare e migliorare le politiche per la gestione delle foreste e delle risorse idriche che assicuri il mantenimento degli ecosistemi e l'uso sostenibile dei loro servizi;
- coordinare la gestione forestale e delle risorse idriche attraverso programmi forestali nazionali e piani e strategie di gestione integrata delle risorse idriche;
- sviluppare o migliorare gli attuali accordi istituzionali per affrontare meglio le interazioni tra foreste e acqua;
- migliorare l'istruzione, la formazione e la relativa estensione dei servizi a promuovere la comprensione delle interazioni tra foreste e acqua;
- accrescere la consapevolezza sul rapporto tra foreste e acqua, così come il potenziale delle foreste e della loro gestione sostenibile per migliorare l'ambiente acquatico;
- sviluppare una più profonda comprensione delle potenziali conseguenze del cambiamento climatico sulle interazioni foreste-acqua, tra cui l'aumento delle inondazioni e gli effetti di tempeste, siccità, parassiti e desertificazione;
- elaborare concetti per la gestione sostenibile di acqua e delle risorse forestali ai sensi dei futuri scenari del cambiamento climatico;
- valutare il valore economico dei servizi forestali a livello di regolarità, qualità e quantità delle risorse idriche;
- includere la valutazione di acqua legata ai servizi forestali nelle pertinenti politiche e strategie in materia di foreste e acqua;
- facilitare l'introduzione e l'attuazione di strumenti economici, come ad esempio i pagamenti per i servizi ecosistemici (*PES*) al fine di ampliare e diversificare la base finanziaria per la gestione forestale sostenibile e di mantenere le funzioni protettive delle foreste (Zingari e Achouri, 2007).

A livello europeo sono state avviate una serie di azioni e progetti in questo campo. È cominciata la *COST Action*

FP0601, “*Forest Management and Water Cycle (FORMAN)*” che riunisce specialisti di ecologia del paesaggio, scienze forestali, ecologia generale e applicata, scienza del suolo, idrologia, idraulica e conservazione della biodiversità, mettendo insieme l’enorme potenziale della ricerca, in Europa, sulle relazioni tra foreste e acqua. L’obiettivo principale è migliorare la conoscenza sulle interazioni tra le foreste e l’acqua in Europa, ed elaborare linee guida su base scientifica per il miglioramento della gestione delle foreste designate prevalentemente per la produzione e la conservazione e stoccaggio di acqua. Questo ed altri progetti di ricerca devono rapidamente fornire elementi di risposta a diversi quesiti. In che modo la vegetazione boschiva condiziona flussi e qualità idriche in un bacino? e le altre coperture del suolo? È sì una questione specialistica, ma possono essere già fatte alcune considerazioni generali: foreste costiere (*Cloud Forests*) e boschi vetusti possono incrementare flussi e qualità mentre giovani soprassuoli e piantagioni tendono a deprimere gli effetti positivi. I turni vanno regolati caso per caso a seconda delle necessità e delle condizioni di suolo, clima e stagione. Esistono conflitti sull’uso delle terre e sulle funzioni e i servizi? e pressioni che possono migliorare o degradare la risorsa? Quanta terra forestale è disponibile per la gestione delle risorse idriche? Le risposte sono fortemente diverse a livello globale, mediterraneo o nel nostro paese, soprattutto nella gestione dei processi di artificializzazione (*soil sealing*, molto efficace per il ciclo dell’acqua!) a causa di infrastrutture, urbanizzazione e sviluppo turistico.

Nel nostro paese le politiche forestali integrate e le azioni selvicolturali dovrebbero assumere come prioritarie le seguenti azioni:

- elaborare un metodo che consenta di valutare l’intensità degli impatti sull’interazione tra foreste e acqua, derivati dai cambiamenti in corso nella composizione specifica e nella struttura forestale, modificando le tecniche di gestione forestale;
- analizzare l’impatto del cambiamento climatico sullo stato delle foreste e sulle interazioni che queste ultime hanno con l’acqua;
- valutare l’impatto dei continui cambiamenti di uso del suolo su quantità e qualità dell’acqua (urbanizzazione, abbandono, imboschimenti, rimboschimenti, set-aside, seminativi...); la situazione corrente è importante, con i cambiamenti recenti e i trends in corso (polarizzazione montagna – pianura);
- prevedere gli effetti dovuti ai cambiamenti climatici sullo stato di vitalità delle foreste e le relazioni tra foreste e acqua;
- considerare le necessità di ampliamento dei boschi di pianura;
- verificare la presenza di forme di governo e trattamento più intensive nelle aree sensibili e in queste analizzare le presenti e future opzioni di gestione, quali:
 1. aree protette, riserve e altre forme di conservazione e/o preservazione forestale;
 2. sviluppo di metodi di gestione conservativa (allungamento dei turni, avviamento alla vetustà ad esempio) e disciplinari di certificazione ad hoc;
 3. identificazione delle situazioni che necessitano recuperi ambientali o forestali;
 4. altre forme idonee di uso delle terre.

Dunque, individuazione di soprassuoli da avviare alla vetustà, riserve forestali specifiche e aree protette o altre forme di protezione e cambiamenti di governo se necessario. Riqualficazione e rinaturalizzazione, soprattutto in pianura, diversificazione compositiva e strutturale dei boschi seminaturali e presa in carico della gestione dei boschi di neoformazione. Processi ad hoc di ecocertificazione volontaria (a Stoccolma *Forest Stewardship Council* certifica standards elevatissimi di gestione delle foreste nei bacini di approvvigionamento). E, a livello territoriale integrato vengono considerate anche:

- zone umide, per la denitrificazione;
- incremento della diversità del paesaggio, per garantire un aumento della ritenzione;
- rinaturalizzazione, favorendo un aumento di biofiltrazione, ricircolo, autopurificazione, soprattutto nelle fasce periferiali e con foreste alluvionali, in pianura;
- integrazione con le sistemazioni idrauliche, controllo dei flussi e miglioramento della qualità;
- controllo della distribuzione dell’uso del suolo nel bacino;
- riequilibrio della polarizzazione - abbandono vs. artificializzazione - perché alcune classi di copertura e in particolare boschi e foreste giocano un ruolo di protezione particolarmente significativo, oltre che per la prevenzione dell’erosione e perdita di suolo, anche per la protezione della risorsa idropotabile.

CONCLUSIONI

Il ruolo delle foreste e delle tecniche selvicolturali da sviluppare per un’appropriata considerazione dei rapporti tra foreste e regolazione del ciclo dell’acqua coinvolge oltre al ruolo della selvicoltura nelle sistemazioni dei bacini montani e nella conservazione del suolo anche la tutela degli acquiferi per i servizi di fornitura idrica connessi alla presenza e alla corretta gestione di aree di captazione coperte da vegetazione arborea e boschiva, e i rapporti con processi e impatti tipici dei patterns conosciuti a livello globale di degrado, deforestazione e desertificazione.

Il ruolo della selvicoltura e dell’ecologia forestale nell’ecoidrologia, nuova area interdisciplinare che lega i processi ecologici dei sistemi terrestri al ciclo dell’acqua, ha applicazioni importanti anche nel nostro paese nel determinare le risposte delle differenti tipologie forestali ai cambiamenti globali e climatici in corso, nei processi decisionali per la gestione forestale dei comprensori importanti per l’acqua idropotabile, nei rapporti transdisciplinari nei piani di bacino che impongono un approccio nuovo ed integrato, collegandosi ad una serie di problematiche di ampia scala e studi territoriali quali le iniziative per contrastare la desertificazione, la riabilitazione ed il restauro ambientale, la conservazione del paesaggio fino alla preservazione di aree specifiche con finalità idriche.

È necessario recuperare una vera e propria “consapevolezza dell’acqua”, risorsa rinnovabile e servizio rilasciato dai processi ecosistemici e dai cicli biogeochimici. Identificare, quantificare e risolvere, nei bacini idrografici, le criticità nelle interrelazioni utili alla sostenibilità, a cominciare dalle aree utili al miglioramento delle capacità di assorbimento degli impatti utilizzando processi naturali.

SUMMARY

SYLVICULTURE AND WATER RESOURCES

Water is a unique natural resource, renewable but at the same time limited. For years, the use of water resources has been done, as if it was unlimited, without considering the ecological and geological balances connected. Forests play a significant role of protection, both for the prevention of erosion and loss of soil, and for the protection of drinkable water. These, covering approximately 1/3 of the area, have a strong importance in relation to water resource considering that it represent the main source for the production, storage and the collection of drinking water necessary for the people's needs. The availability and quality of water are characteristics strongly influenced by forests, and thereby depending on a correct forest management. The role of silviculture in the protection of water resources must now be integrated in the broader panorama of the sustainability of forest management, directed towards the preservation and the raise of the effectiveness of forest systems on water regulation, the improvement of water availability and the non alteration of processes that control water quality, the contrast of degradation phenomena and soil erosion processes that represent the more significant indication of desertification. Integrated management of water resources, reduction of catastrophic phenomena, fight against desertification, represent thematic for which, both at international and national level, exists an renewed awareness as recently shown by the Fifth Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe held in Warsaw on 5-7 November 2007.

RÉSUMÉ

LA SYLVICULTURE ET LES RESSOURCES HYDRIQUES

L'eau est une ressource naturelle unique, renouvelable mais en même temps limitée. Pendant des années l'utilisation des ressources hydriques s'est fait comme si elles étaient illimitées, sans considérer les équilibres écologiques et géologiques mis en jeu. Les forêts jouent un rôle significatif de protection, tant pour la prévention de l'érosion et perte de sol, que pour la protection de la ressource d'eau potable. Celles-ci, couvrant environ 1/3 de la superficie, assument une valeur élevée en rapport avec la ressource hydrique considérant qu'elles représentent la source privilégiée pour la production, le stockage et la captation d'eau potable nécessaire pour les besoins des populations. La disponibilité et la qualité de l'eau sont des caractéristiques fortement influencées par les forêts, et dépendant ainsi d'une correcte gestion forestière. Le rôle de la silviculture dans la protection des ressources hydriques doit aujourd'hui être encadré dans le panorama plus large de la durabilité de la gestion forestière, finalisée

à maintenir et à exalter l'efficacité des systèmes forestiers sur la régulation hydrique, à améliorer la disponibilité d'eau et à ne pas altérer les processus qui influencent la qualité des eaux, à contraster les phénomènes de dégradation et les processus d'érosion du sol qui représentent les symptômes plus significatifs de la désertification.

La gestion intégrée des ressources hydriques, la réduction des phénomènes catastrophiques, la lutte contre la désertification, représentent des thématiques vers lesquelles, tant au niveau international que national, existe une prise de conscience accrue comme le démontre récemment la cinquième Conférence Ministérielle sur la Protection des Forêts en Europe qui s'est déroulée à Varsovie du 5 au 7 Novembre 2007.

BIBLIOGRAFIA

- Anzera G., Marniga B., 2003 - *Geopolitica dell'acqua*. Ed. Guerini studio, Milano, pp. 174.
- Bergkamp G., Orlando B., Burton I. 2003 - *Change: adaptation of water resources management to climate change*. Gland, Switzerland, World Conservation Union (IUCN).
- Calder I., Hofer T., Vermont S., Warren P., 2007 - *Towards a new understanding of forests and water*. Unasylva 229, vol. 58: 3-43.
- Ciancio O., Corona P., Iovino F., Menguzzato G., Scotti R. 1999 - *Forest management on a natural basis: The fundamentals and case studies*. Journal of Sustainable Forestry, 9 (1-2): 59-72.
- Corona P., Ferrari B., Marchetti M., Barbati A., 2006 - *Risorse forestali e rischio di desertificazione in Italia - Standard programmatici di gestione*, 2006. AISF, CNLSD, Università della Tuscia, Roma, pp. 173.
- Dudley N., Stolton S., 2003 - *Running pure - the importance of forest protected areas to drinking water*, pp. 103.
- FAO, 2007 - *Forest and water. Editorial*. Unasylva 229, vol. 58, 2007, p. 2.
- Kaimowitz D., 2004 - *Forest and water: a policy perspective*. Journal for Forest Research (9): 289-91.
- Pagliai M., 2004 - *Soil degradation and land use*. In: F. Werner (ed.), Biological Resources and Migration. Springer - Velag, Heidelberg, Germany, pp. 277-292.
- Pettenella D., Secco L., Ravanelli G., 2007 - *La stima del valore del servizio idropotabile offerto dalle risorse forestali*. XLI Convegno SIDEA - Roma, 16-18 settembre 2007.
- Stolton S., Dudley N., 2007 - *Managing forests for cleaner water for urban populations*. Unasylva 229, vol. 58, 2007, p. 39.
- Todini E., 2008 - *Clima e risorse idriche*. Relazione al Comitato Scientifico nazionale del WWF Italia.
- Zingari P.C., Achouri M., 2007 - *Five years after Shiga: recent developments in forest and water policy and implementation*. Unasylva 229, vol. 58, 2007, p. 56.

CONTROLLO DELL'USO DELL'ACQUA NEGLI ECOSISTEMI FORESTALI

(*) Dipartimento di Scienze dei Sistemi Culturali, Forestali e dell'Ambiente, Università della Basilicata, Potenza

(**) Dipartimento di Colture Arboree, Università di Bologna

Dopo una breve analisi dei fattori ambientali che controllano l'evapotraspirazione dalle coperture vegetali, vengono considerati i probabili effetti sul bilancio idrologico dei diradamenti, dall'invecchiamento dei soprassuoli forestali, dall'espansione della foresta su terreni abbandonati dall'agricoltura e dal pascolo.

Parole chiave: foresta, evapotraspirazione, deflussi, diradamenti, invecchiamento, espansione forestale.

Key words: forest, evapotranspiration, drainage, thinning, age, forest expansion.

1. INTRODUZIONE

Le caratteristiche delle coperture vegetali hanno una grande influenza sugli scambi di materia ed energia fra la biosfera e l'atmosfera, in quanto determinano le modalità con cui la radiazione netta viene ripartita in flusso di calore sensibile e flusso di calore latente (evapotraspirazione): con riflessi di notevole portata sul ciclo idrologico, sul bilancio del carbonio e, in definitiva, sul clima (Hutijes *et al.*, 1998).

Una delle pratiche previste in selvicoltura durante il ciclo colturale del bosco è la riduzione del numero di alberi per unità di superficie (diradamenti), che a sua volta comporta rilevanti modifiche del grado di copertura del suolo da parte delle chiome e della distribuzione verticale dell'area fogliare. La comprensione di come ciò possa riflettersi sull'evapotraspirazione dell'ecosistema è un aspetto che merita attenzione; anche per avvalorare, o meno, l'idea che i diradamenti possano avere effetti positivi sui deflussi idrici a scala di bacino (Iovino e Veltri, 2003).

Con riferimento al concetto di bilancio idrologico, se nel medio-lungo periodo non variano piovosità e contenuto idrico del suolo, al diminuire dell'evapotraspirazione corrisponde infatti un aumento dei deflussi idrici, che può favorire l'uso dell'acqua per l'agricoltura, l'industria, le necessità civili. L'aspetto è di particolare rilievo per la regione mediterranea, dove l'attesa per i decenni a venire è quella di una riduzione significativa delle precipitazioni.

Anche il grado di maturità (invecchiamento) della foresta, che dipende dalle scelte di pianificazione forestale (definizione del turno e della distribuzione delle particelle forestali in classi cronologiche), può influenzare il bilancio idrologico, dal momento che all'aumentare dell'età (e quindi delle dimensioni) degli alberi si possono modificare i tassi di traspirazione (Borghetti *et al.*, 2005).

L'effetto dei diradamenti e dell'invecchiamento della foresta sull'evapotraspirazione e sui deflussi idrici sarà l'argomento della prima parte della nostra analisi.

La restante parte dell'analisi riguarderà un altro aspetto di notevole attualità. Nel nostro paese è infatti in corso una profonda trasformazione della copertura vegetale naturale, in buona parte dovuta all'espansione del bosco su terreni montani e collinari abbandonati dall'agricoltura e dal pascolo. I risultati dell'ultimo inventario forestale nazionale mostrano che le formazioni boschive rivestono oggi oltre il 35% della superficie nazionale, con coefficienti di boscosità che in diverse Regioni superano il 50%. Vista la

rilevanza del fenomeno, è quindi importante mettere a confronto l'uso dell'acqua da parte degli ecosistemi forestali con quello di coperture erbacee o arbustive.

2. EFFETTO DEI DIRADAMENTI E DELL'INVECCHIAMENTO DELLA FORESTA

2.1 Effetto dei diradamenti

I diradamenti possono modificare l'uso dell'acqua da parte della foresta, alterando il grado di copertura del suolo, la distribuzione dell'area fogliare, il microclima stagionale.

Può soprattutto modificarsi, almeno nel breve periodo, il rapporto fra la traspirazione del soprassuolo arboreo e quella del sottobosco (erbaceo e/o arbustivo), che sono soggette a un diverso controllo da parte delle variabili ambientali.

La copertura del soprassuolo arboreo, per via dell'altezza e delle caratteristiche strutturali degli alberi, costituisce una superficie molto "rugosa" sotto il profilo aerodinamico: le chiome degli alberi sono ben "accoppiate" con l'atmosfera libera e la resistenza aerodinamica agli scambi gassosi è bassa ($r_a \Rightarrow 0$) (McNaughton e Jarvis, 1983, Magnani *et al.*, 1998).

In questo caso, l'evapotraspirazione (detta "imposta" E_{im}) può essere approssimata dalla seguente equazione:

$$E_{im} = \frac{\rho_a c_p D}{\gamma r_s}$$

dove ρ_a è la densità dell'aria, c_p il calore specifico dell'aria, γ la costante psicrometrica, D il deficit di saturazione di vapore in aria, r_s la resistenza al flusso di vapore a scala di copertura.

Mentre nel caso del sottobosco (sistema sostanzialmente "disaccoppiato" dall'atmosfera libera: resistenza aerodinamica $r_a \Rightarrow \infty$) l'evapotraspirazione (detta di "equilibrio" E_{eq}) può essere approssimata nel modo seguente:

$$E_{eq} = \frac{sR}{s + \gamma}$$

dove s è la pendenza della curva temperatura-pressione di saturazione di vapore e R la radiazione netta.

Nel caso delle foresta il principale fattore di controllo del processo evapotraspirativo è quindi rappresentato dal deficit di saturazione del vapore (umidità dell'aria); mentre, nel caso delle sottobosco la principale variabile di controllo è rappresentata dalla radiazione netta (v. McNaughton e Jarvis, 1983 per una trattazione approfondita dell'argomento).

Per analizzare l'effetto dei diradamenti, un'utile ipotesi di lavoro è quella avanzata da Roberts (1983), secondo il

quale l'evapotraspirazione degli ecosistemi forestali sarebbe un processo caratterizzato da un notevole grado di omeostasi, per via dei meccanismi di retroazione che si vengono a realizzare fra le varie componenti del sistema (Fig. 1).

L'evapotraspirazione dell'ecosistema è data dalla somma dei contributi degli alberi e delle piante del sottobosco; la riduzione della copertura arborea in seguito al diradamento determinerà un maggior apporto radiativo e un parallelo aumento dell'indice di area fogliare del sottobosco.

A una riduzione della traspirazione degli alberi si assocerebbe quindi un aumento della traspirazione del sottobosco, su cui esercita un ruolo di controllo l'aumento della radiazione netta. Questo meccanismo di compensazione tende a stabilizzare le richieste idriche dell'intero ecosistema. Un ruolo analogo sarebbe svolto dalla risposta della traspirazione alla disponibilità idrica nel suolo, questa volta per un meccanismo di retroazione negativa: una riduzione della densità del bosco, riducendo la traspirazione degli alberi, farà sì che durante il periodo vegetativo le riserve idriche del suolo si conservino maggiormente.

A sua volta, questo permetterà tassi di traspirazione più elevati nelle foglie ancora presenti, siano queste degli alberi o del sottobosco, andando a controbilanciare l'effetto del disturbo; in pratica, nel medio periodo l'evapotraspirazione dell'intero ecosistema sarebbe controllata dalla disponibilità idrica stagionale, risultando in larga misura insensibile agli interventi colturali (Fig. 1).

Un quadro di tipo conservativo della traspirazione di soprassuoli forestali assoggettati ad interventi di diradamento traspare anche dall'analisi condotta da Whitehead *et al.*, (1984); un aspetto interessante della loro analisi riguarda il fatto che la temporanea maggior disponibilità idrica del suolo successiva al diradamento (riduzione dell'intercettazione e della competizione per l'acqua) ridurrebbe il rischio di stress idrico per gli alberi rilasciati.

Consideriamo ora le evidenze sperimentali; sulla base dei risultati (sintetizzati in Tab. 1) di alcuni studi in cui sono stati analizzati gli effetti dei diradamenti su evapotraspirazione e deflussi, sembrano possibili le seguenti considerazioni:

- non sono numerosi i lavori in cui sono state considerate tutte le componenti del bilancio idrologico mentre più frequenti sono i casi in cui è stata studiata la risposta della sola traspirazione del soprassuolo;
- sono ancora pochi gli studi condotti in ambiente mediterraneo e poco frequenti gli studi di pluriennali;
- nel complesso l'ipotesi di un'omeostasi dei processi traspirativi (Roberts 1983, Whitehead *et al.* 1984) appare ragionevolmente confermata: nell'immediato si osserva spesso una riduzione della traspirazione, cui si può associare un aumento dei deflussi, ma l'effetto risulta spesso di breve durata;
- la risposta della traspirazione del soprassuolo al diradamento dipende abbastanza nettamente dalla disponibilità idriche stagionali; durante periodi di stress idrico l'effetto del diradamento può scomparire del tutto o addirittura la traspirazione del soprassuolo diradato può eccedere quella del soprassuolo non diradato, come possibile effetto di un'aumentata disponibilità delle riserve nutritive dovuta alla riduzione della competizione;
- l'effetto più rilevante del diradamento sembra essere quello del miglioramento delle disponibilità idriche del suolo e dello stato idrico delle piante rilasciate e della loro

minore vulnerabilità alla siccità; aspetto questo di sicuro interesse per la regione mediterranea, caratterizzata da un lungo periodo secco, che potrebbe accentuarsi in futuro in ragione dei cambiamenti climatici in atto.

2.2 Effetto dell'invecchiamento della foresta

Le dinamiche di lungo termine dell'evapotraspirazione degli ecosistemi forestali al progredire dell'età delle piante sono state analizzate, fino ad oggi, da un numero relativamente scarso di studi.

È noto come la traspirazione dei soprassuoli forestali, dopo un picco al momento della chiusura delle chiome, declini con l'avanzare dell'età; questo sembra essere legato alle limitazioni idrauliche imposte sugli scambi gassosi dalla crescente altezza delle piante, che fa sì che il trasporto dell'acqua dalle radici alle foglie debba superare una resistenza idraulica sempre più gravosa, imponendo di conseguenza una progressiva chiusura degli stomi (Hubbard *et al.*, 1999; Borghetti *et al.*, 2005).

Come si riflette questa progressiva chiusura stomatica sull'uso dell'acqua da parte dell'intero ecosistema?

Nel caso di sistemi semplificati come le piantagioni forestali, vi sono esempi in cui con la ridotta traspirazione degli alberi determina un significativo aumento dei deflussi superficiali all'aumentare dell'età del soprassuolo (Fig. 2).

L'evidenza disponibile per i boschi naturali è invece contraddittoria. In boschi di eucalipto di età compresa fra i 15 ed i 240 anni, ad esempio, Vertessy *et al.*, (2001) hanno osservato un progressivo aumento della traspirazione del sottobosco all'aumentare dell'età del soprassuolo forestale (Fig. 3), in accordo con quanto ipotizzato da Roberts (1983); questo meccanismo di compensazione, però, non arrivava a controbilanciare completamente la ridotta traspirazione delle piante forestali mature, e i deflussi superficiali mostravano un incremento considerevole all'aumentare dell'età del bosco.

Altri studi di dettaglio sembrano puntare invece nella direzione opposta, dando supporto all'ipotesi di omeostasi del bilancio idrico dell'ecosistema illustrata in precedenza.

In uno studio dettagliato su una cronosequenza di *Pinus ponderosa*, combinando fra loro metodologie diverse per la stima indipendente delle diverse componenti del bilancio idrologico, Irvine *et al.*, (2004) hanno dimostrato come nonostante la ridotta traspirazione delle piante arboree l'evapotraspirazione dell'intero ecosistema non variasse all'aumentare dell'età del bosco; entrambi i meccanismi delineati in Fig. 1 sembravano contribuire all'omeostasi osservata. Risultati simili sono stati riportati di recente anche per boschi francesi di *Pinus pinaster* (Delzon *et al.*, 2005).

Non sappiamo ancora quanto le discrepanze fra i diversi studi siano frutto di differenze inter-specifiche o ambientali o piuttosto delle diverse metodologie applicate; s'impongono certamente al riguardo nuovi studi su un campione più rappresentativo.

La possibilità infatti di governare il bilancio idrico delle foreste (e quindi dell'intero territorio montano) attraverso un'opportuna modulazione della distribuzione delle classi di età delle piante potrebbe aprire interessanti prospettive per aumentare la disponibilità idrica per gli usi alternativi dell'acqua a scala di bacino.

3. EVAPOTRASPIRAZIONE E DEFLUSSI: FORESTE VS FORMAZIONI DI PICCOLA TAGLIA

Le foreste mostrano in genere tassi di evapotraspirazione più elevati delle formazioni vegetali di bassa taglia (colture agricole e praterie) in analoghe condizioni ambientali.

Questo è dovuto a quanto si è illustrato in precedenza, cioè che per la maggiore altezza e per le caratteristiche strutturali degli alberi, la copertura della foresta costituisce una superficie molto “rugosa” sotto l’aspetto aerodinamico: le chiome degli alberi sono ben “accoppiate” con l’atmosfera e la resistenza aerodinamica agli scambi gassosi con l’atmosfera è bassa (McNaughton e Jarvis, 1983; Magnani *et al.*, 1998). Questo fa sì che sia l’evaporazione da copertura bagnata (perdite per intercettazione) sia la traspirazione siano, in condizioni analoghe di ventosità, maggiori nei sistemi forestali.

Le osservazioni sperimentali indicano, infatti, che l’afforestazione tanto di praterie quanto di arbusteti porta normalmente ad una riduzione dei deflussi (Farley *et al.*, 2005); l’effetto relativo è tanto più marcato quanto meno piovosa è la stazione (Fig. 4), potendo portare ad una riduzione dei deflussi di oltre il 60% con piovosità annue inferiori ai 1000 mm, quali s’incontrano in buona del territorio nazionale. Questo effetto, talvolta rilevante, della presenza del bosco sui deflussi, unitamente agli effetti paralleli sulla salinizzazione della falda e sul bilancio dei nutrienti (Jackson *et al.*, 2005), ha portato a mettere in dubbio l’opportunità d’interventi di afforestazione in ambienti aridi o sub-aridi (UN FAO, 2005).

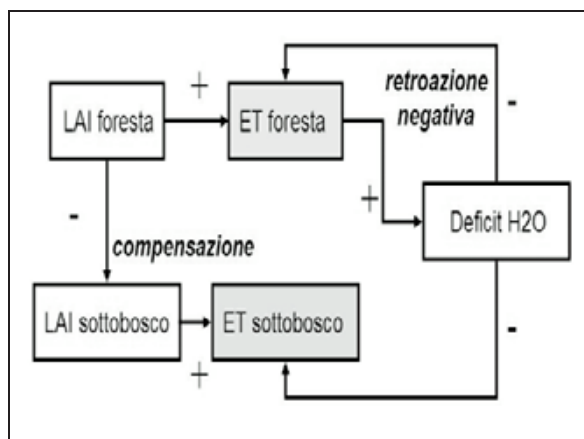


Figura 1. Rappresentazione schematica dei principali processi di regolazione omeostatica dell’evapotraspirazione (ET) di un ecosistema forestale (somma dei contributi di soprassuolo e sottobosco). Una riduzione dell’indice di area fogliare (LAI) del soprassuolo (per l’età, per diradamenti) permette un maggior sviluppo dell’indice di area fogliare (LAI) e quindi della traspirazione del sottobosco (meccanismo di compensazione). Un’elevata traspirazione determina un deficit idrico del suolo, che inducendo una chiusura stomatica in alberi e piante del sottobosco limita l’evapotraspirazione dell’ecosistema (meccanismo di retroazione negativa).

L’aumento delle perdite per intercettazione (evaporazione da copertura bagnata) dovuto all’espansione delle foreste su ex-praterie o arbusteti dipende in notevole misura dal regime pluviometrico; l’effetto può essere accentuato nel caso di regimi pluviometrici caratterizzati da piogge moderate ma ripetute a brevi intervalli di tempo, in cui fra un evento e l’altro si ricreano condizioni di umidità dell’aria che facilitano l’evaporazione; viceversa può risultare più limitato nel caso di precipitazioni intense, che saturano velocemente la capacità d’intercettazione della chioma, ma distanziate nel tempo.

Una previsione quantitativa, utile a scala operativa, dell’effetto sui deflussi idrici della trasformazione della copertura vegetale (passaggio da coperture di grossa taglia a coperture di bassa taglia o viceversa) richiede pertanto che vengano applicati modelli matematici di processo in cui, oltre a una rappresentazione di tipo funzionale del processo di evapotraspirazione delle coperture vegetali, si faccia riferimento a condizioni ambientali che siano rappresentative della situazione mesoclimatica; il fatto pone problematiche di non semplice soluzione per la necessità di disporre di scenari di cambiamento climatico realistici a scala locale.

RINGRAZIAMENTI

Lavoro svolto con il contributo dei fondi di finanziamento locale dell’Università della Basilicata e dell’Università di Bologna assegnati, rispettivamente, a M. B. e F. M.

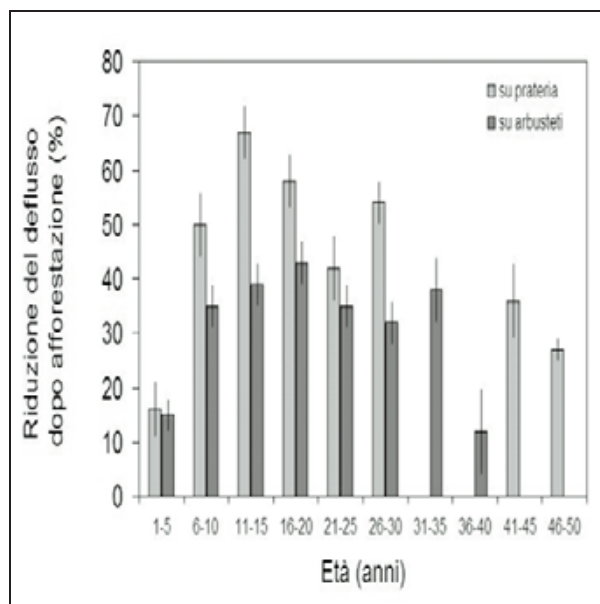


Figura 2. Effetto sui deflussi idrici d’interventi di afforestazione su praterie o su arbusteti, in funzione dell’età del soprassuolo. Da Farley *et al.*, (2005).

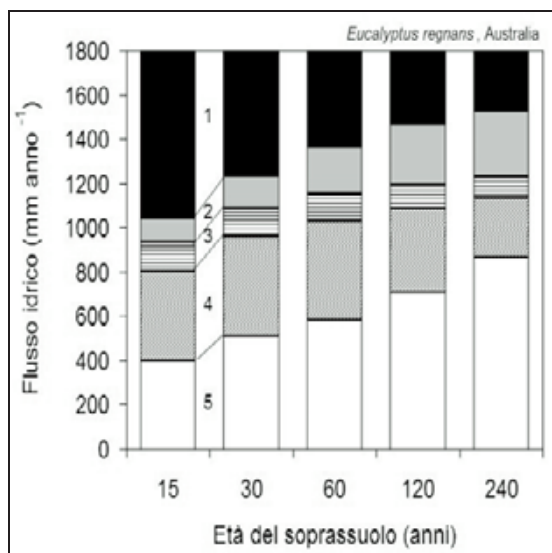


Figura 3. Contributo al bilancio idrico stagionale (1) della traspirazione degli alberi, (2) della traspirazione del sottobosco, (3) dell'evaporazione dalla lettiera, (4) dell'evaporazione dalle chiome bagnate e (5) dei deflussi idrici in boschi di eucalipto di età compresa fra 15 e 240 anni in Australia. Da Vertessy *et al.* (2001).

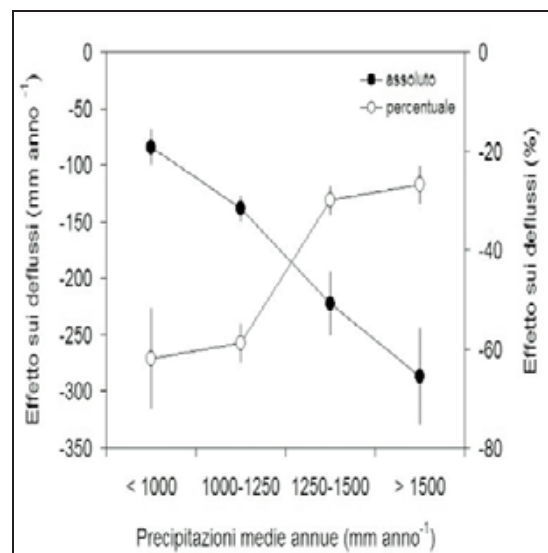


Figura 4. Effetti dell'afforestazione sui deflussi superficiali, in funzione delle disponibilità idriche stagionali. Da Farley *et al.* (2005); ogni punto rappresenta un confronto a coppie.

Specie	T/ET - bp	T/ET - mp	D - bp	D - mp	Riferimento
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Invariata - T	n.r.	n.r.	n.r.	Black <i>et al.</i> (1980)
<i>Chamecyparis obtusa</i>	Diminuita - T	n.r.	n.r.	n.r.	Morikawa <i>et al.</i> (1986)
<i>Pinus taeda</i>	Invariata - T	n.r.	n.r.	n.r.	Stogsdill (1992)
<i>Quercus petraea</i>	Diminuita - ET	Invariata - ET	n.r.	n.r.	Breda <i>et al.</i> (1995)
<i>Pinus laricio</i>	n.r.	n.r.	Aumentato	n.r.	Callegari <i>et al.</i> (2003)
<i>Pinus silvestris</i>	Invariata - ET	Invariata - ET	n.r.	n.r.	Vesala <i>et al.</i> (2005)
<i>Pinus ponderosa</i>	Diminuita - T	Diminuita - T	n.r.	n.r.	Simonin <i>et al.</i> (2007)
<i>Pinus silvestris/Picea abies</i>	Diminuita - T	Invariata - T	n.r.	n.r.	Lagergren <i>et al.</i> (2008)

Tabella 1. Risultati di alcuni studi sugli effetti dei diradamenti sulla traspirazione/evapotraspirazione e sui deflussi in sistemi forestali; T=traspirazione del soprassuolo; ET=evapotraspirazione totale dell'ecosistema; D=deflusso idrico; bp=breve periodo; mp=medio periodo; n.r.= dato non rilevato.

SUMMARY

CONTROL OF WATER USE IN FOREST ECOSYSTEMS

After a short analysis of environmental factors controlling evapotranspiration from plant canopies, we consider how the water balance can be affected by thinnings, the ageing of forest stands, the forest expansion on lands previously occupied by crops and pastures.

RÉSUMÉ

LE CONTROLE DE L'UTILISATION DE L'EAU DANS LES ECOSYSTEMES FORESTIERS

Après une brève analyse des facteurs du milieu qui contrôlent l'évapotranspiration de la forêt, on a pris en considération les probables effets sur le bilan hydrologique

des éclaircies forestières, du vieillissement du peuplement forestier et de l'expansion de la forêt après l'abandon des territoires par l'agriculture et le pâturage.

BIBLIOGRAFIA

- Black T.A., Tan C.S., Nnyamah J.U., 1980 - *Transpiration rate of Douglas fir trees in thinned and unthinned stands*. Canadian Journal of Soil Science, 60: 625-631.
- Borghetti M., Ripullone F., Magnani F., 2005 - *Vincoli idraulici alla crescita degli alberi e alla produttività forestale*. In: "Foreste Ricerca Cultura. Scritti in onore di Orazio Ciancio", pp. 27-42. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze.
- Breda N., Granier A., Aussenac G., 1995 - *Effects of thinning on soil and tree water relations, transpiration and growth in oak forest (Quercus petraea (Matt) Liebl.)*. Tree Physiology, 15: 295-306.
- Callegari G., Ferrari E., Garfi G., Iovino F., Veltri A., 2003 - *Impact of thinning on the water balance of a catchment in Mediterranean*. Forestry Chronicle, 79 (2): 301-306.

- Delzon S., Loustau D., 2005 - *Age-related decline in stand water use: sap flow and transpiration in a pine forest chronosequence*. *Agricultural and Forest Meteorology*, 129: 105-119.
- Farley K.A., Jobbagy E.G., Jackson R.B., 2005 - *Effects of afforestation on water yield: a global synthesis with implications for policy*. *Global Change Biology*, 11: 1565-1576.
- Hubbard R.M., Bond B.J., Ryan M.G., 1999 - *Evidence that hydraulic conductance limits photosynthesis in old Pinus ponderosa trees*. *Tree Physiology*, 19: 165-172.
- Hutjes R.W.A., Kabat P., Running S.W., Shuttleworth W.J., Field C., Bass B., Dias M., Avissar R., Becker A., Claussen M., Dolman A.J., Feddes R.A., Fosberg M., Fukushima Y., Gash J.H.C., Guenni L., Hoff H., Jarvis P.G., Kayane I., Krenke A.N., Liu C., Meybeck M., Nobre C.A., Oyebande L., Pitman A., Pielke R.A., Raupach M., Saugier B., Schulze E.D., Sellers P.J., Tenhunen J.D., Valentini R., Victoria R.L., Vorosmarty C.J., 1998 - *Biospheric aspects of the hydrological cycle - preface*. *Journal of Hydrology*, 213: 1-21.
- Iovino F., Veltri A., 2003 - *Gestione del bosco e impatto sulle risorse idriche*. *Quaderni di Idrotecnica*, 17: 29-44.
- Irvine J., Law B.E., Kurpius M.R., Anthoni P.M., Moore D., Schwarz P.A., 2004 - *Age-related changes in ecosystem structure and function and effects on water and carbon exchange in ponderosa pine*. *Tree Physiology*, 24: 753-763.
- Lagergren F., Lankrejer H., Kucera J., Ciencala E., Mölder Meelis, Lindroth A., 2008 - *Thinnings effects on pine-spruce forest transpiration in central Sweden*. *Forest Ecology and Management*, 255: 2312-2323.
- Magnani F., Leonardi S., Tognetti R., Grace J., Borghetti M., 1998 - *Modelling the surface conductance of a broad-leaf canopy: effects of partial decoupling from the atmosphere*. *Plant Cell and Environment*, 21: 867-879.
- Mcnaughton K.G., Jarvis P.G., 1983 - *Predicting effects of vegetation changes on transpiration and evaporation*. In: Kozlowski T.T., (Ed.), *Water Deficits and Plant Growth*, vol. VII. Academic Press, pp. 1-47.
- Morikawa Y., Hattori S., Kiyono Y., 1986 - *Transpiration of a 31-year-old Chamaecyparis obtusa Endl. stand before and after thinning*. *Tree Physiology*, 2: 105-114.
- Roberts J., 1983 - *Forest transpiration: a conservative hydrological process?* *Journal of Hydrology*, 66: 133-141.
- Simonin K., Kolb T.E., Montes-Helu M., Koch G.W., 2007 - *The influence of thinning on components of stand water balance in a ponderosa pine stand during and after extreme drought*. *Agricultural and Forest Meteorology*, 143: 266-276.
- Stogsdill W.R., Wittwer R.F., Hennessey T.C., Dougherty P.M., 1992 - *Water use in thinned loblolly pine plantations*. *Forest Ecology and Management*, 50: 233-245.
- UN FAO 2005 - *Forests and Floods. Drowning in Fiction or Thriving on Facts?* Centre for International Forestry Research, Bogor Barat, 40 pp.
- Vertessy R.A., Watson F.G.R., O'Sullivan S.K., 2001 - *Factors determining relations between stand age and catchment water balance in mountain ash forests*. *Forest Ecology and Management*, 143: 13-26.
- Vesala T., Suni T., Rannik U., Keronen P., Markkanen T., Sevanto S., Gronholm T., Smolander S., Kulmala M., Ilvesniemi H., Ojansuu R., Uotila A., Levula J., Makela A., Pumpanen J., Kolari P., Kulmala L., Altimir N., Berninger F., Nikinmaa E., Hari P., 2005 - *Effect of thinning on surface fluxes in a boreal forest*. *Global Biogeochemical Cycles* 19 doi:10.1029/2004GB002316 (GB2001).
- Whitehead D., Jarvis P.G., Waring R. H., 1984 - *Stomatal conductance, transpiration and resistance to water uptake in a Pinus silvestris spacing experiment*. *Canadian Journal of Forest Research*, 14: 692-700.

RISCHIO DI DESERTIFICAZIONE E SELVICOLTURA

(*) Dipartimento di Scienze dell'Ambiente Forestale e delle sue Risorse, Università degli Studi della Tuscia, Viterbo

La lotta alla desertificazione ha sempre visto le misure forestali come strumento fondamentale. Anzi, è stato affermato che le pratiche forestali (gestione razionale dei boschi, difesa dagli incendi, rimboschimenti) siano nate proprio dall'osservazione che l'utilizzazione incontrollata delle risorse boschive si è tradotta inesorabilmente in processi degradativi che, in zone aride e subaride, possono portare a una sterilità difficilmente reversibile dei terreni. Nei sistemi forestali i processi di degrado e desertificazione iniziano con la riduzione della copertura forestale e si manifestano con la perdita graduale della produttività biologica, la semplificazione strutturale e compositiva della biocenosi e l'aumento dei processi di erosione a scala di bacino. L'avanzamento della desertificazione implica pertanto la riduzione dell'efficienza funzionale del sistema stesso e l'alterazione delle funzioni che il bosco svolge nel territorio: produttività biologica, capacità protettiva (suolo e acqua), assorbimento di carbonio e conservazione della biodiversità. La gestione forestale può attuare misure di contenimento dei fattori di degrado e di recupero dell'efficienza funzionale dei boschi degradati e, al contempo, prevenire l'azione dei fattori di degrado nei boschi non ancora degradati. Il potenziale ambito di intervento del settore forestale nella prevenzione e mitigazione del rischio di desertificazione non si limita alla gestione sostenibile del patrimonio forestale esistente. Altrettanto fondamentale è l'ampliamento del patrimonio stesso, che può realizzarsi attraverso impianti forestali. In questa prospettiva viene presentato un quadro generale su ruolo e responsabilità della gestione forestale per la prevenzione e la mitigazione del rischio di desertificazione nelle condizioni ambientali e socioeconomiche del nostro Paese, affrontando in modo sistematico e propositivo le principali questioni operative connesse.

Parole chiave: prevenzione e mitigazione del rischio di desertificazione, gestione forestale, rimboschimento, pianificazione territoriale.

Key words: prevention and mitigation of desertification risk, forest management, afforestation, land planning.

1. INTRODUZIONE

La *desertificazione* è uno dei più allarmanti processi di degradazione ambientale a scala globale: interessa le *zone aride e semiaride* di tutti i continenti, compreso quello europeo, e minaccia oltre un terzo della popolazione mondiale. Le zone aride e semiaride coprono oltre il 40% della superficie terrestre, di cui tra il 10% e il 20% sono rappresentate da aree desertizzate (Millennium Ecosystem Assessment, 2005).

Con il termine *desertificazione* si intende un processo distribuito nel tempo la cui dinamica è governata in modo significativo da uno sfruttamento non razionale delle risorse naturali da parte dell'uomo e che si manifesta in un sostanziale e persistente declino della *produttività biologica*. L'Italia e i paesi europei mediterranei sono direttamente interessati dal fenomeno (MATTM, 2006), per la diffusa presenza di fattori fisici predisponenti (ricorrenza di periodi siccitosi, suoli con marcata tendenza all'erosione) che, in concomitanza con elevate pressioni antropiche sulle risorse naturali (incendi boschivi, agricoltura a elevati input esterni, sovrappascolamento) o, al contrario, a causa dell'abbandono culturale sia dei boschi che delle aree agricole, possono determinare l'instaurarsi di processi di degrado (Yassoglou, 1999; Geeson *et al.*, 2002). Nelle regioni italiane bioclimaticamente più esposte (Sicilia, Sardegna, Puglia, Basilicata) gran parte del territorio presenta caratteri di elevata vulnerabilità alla desertificazione (Costantini *et al.*, 2007). Inoltre, si registra un recente peggioramento dei *profili di rischio* in quasi tutte le regioni italia-

ne (Salvati *et al.*, 2005). Questa dinamica non è la conseguenza ineluttabile del *cambiamento climatico*, sebbene in alcune regioni, come a esempio la Sicilia, sia evidente l'espansione delle zone a clima semi-arido (Figura 1). In ambito mediterraneo la desertificazione si è storicamente verificata, e continua a manifestarsi, per effetto di una particolare congiunzione di fattori ambientali predisponenti e pressioni antropiche che superano l'intrinseca *resilienza* tipica dei sistemi territoriali, e mai in assenza di tali pressioni (Figura 2).

2. GESTIONE DEI BOSCHI NEI TERRITORI A RISCHIO DI DESERTIFICAZIONE

Se arrestare l'avanzamento dei processi di desertificazione è in molti casi impossibile, è invece plausibile contenerli, adottando un *approccio proattivo e adattativo* basato su una *cultura della prevenzione*. In questa ottica è stato affermato che le *pratiche forestali* (gestione razionale dei boschi, difesa dagli incendi, rimboschimenti) siano nate proprio dall'osservazione che l'utilizzazione incontrollata delle risorse boschive si traduce inesorabilmente in processi degradativi che, in zone aride e semiaride, possono portare a una *sterilità* difficilmente reversibile dei terreni.

Di fatto, la lotta alla desertificazione ha sempre visto le misure forestali come strumento fondamentale (FAO, 1989). La gestione forestale può supportare e/o attuare misure di contenimento dei fattori di degrado e di recupero dell'efficienza funzionale dei boschi degradati e, al contempo, prevenire l'azione dei fattori di degrado nei boschi

non ancora degradati (Delogu *et al.*, 1998). Il potenziale ambito di intervento nella prevenzione e mitigazione del rischio di desertificazione non si limita alla gestione sostenibile del patrimonio forestale esistente; altrettanto fondamentale è il recupero, in tempi relativamente brevi, della funzionalità ecologica di un territorio, qualora sia alterata o perduta in seguito ai processi di degrado, attraverso interventi di rimboschimento.

2.1 Gestione dei boschi esistenti

In Italia i territori forestali a rischio di desertificazione coprono una superficie di oltre 2 milioni di ettari (Tabella 1), prevalentemente in ambito mediterraneo, ove permangono condizioni diffuse di ridotta *efficienza funzionale*, con oltre il 50% dei soprassuoli con produttività inferiore alla metà di quella potenziale sotto il profilo bioclimatico (Tabella 2). La funzionalità di questi soprassuoli è stata alterata per effetto di una storia millenaria di interazione tra fattori di perturbazione (incendi, pascolo brado) e forme di coltivazione del bosco o, più semplicemente, di non equilibrato prelievo legnoso. Questo ultimo è avvenuto non di rado senza tener conto dei caratteri peculiari dei singoli popolamenti, fortemente variabili in un contesto ambientale quale quello mediterraneo.

Ne deriva che la gestione forestale si confronta con sistemi frequentemente in condizioni di avanzato degrado (*aree sensibili*) o comunque di elevata semplificazione strutturale, compositiva e funzionale (*aree vulnerabili*), sui quali spesso continua tuttora intensa l'azione di *fattori di degrado*.

Nelle aree sensibili e vulnerabili alla desertificazione la gestione forestale può svolgere un ruolo decisivo attraverso l'attuazione di interventi mirati alla rimozione o al contenimento delle cause e al recupero dell'efficienza bioecologica dei popolamenti attraverso idonee misure selvicolturali. In questa prospettiva sono stati elaborati specifici standard di gestione (*best practices*, vd. Corona *et al.*, 2006). Le questioni più stringenti alla scala operativa attengono:

- alla gerarchizzazione dei fattori di degrado (incendi, pascolo in bosco, tecniche di utilizzazione forestale a elevato impatto ambientale, usi civici, attacchi parassitari) e alla identificazione dei loro effetti sulla base di una acquisizione organica e particolareggiata di dati strutturali, compositivi e funzionali capaci di sintetizzare il livello di efficienza ecobiologica dei popolamenti (a es.: grado di copertura, densità, stato vegetativo, fertilità e produttività stagionale, abbondanza di specie termoxerofite e/o non pabulari, carenze idriche; vd. Cellerino e Gennaro, 2000; Bovio *et al.*, 2002; Borghetti *et al.*, 2005);
- alla definizione di strategie e mezzi per un controllo attivo dei fattori degrado formulando obiettivi di gestione (a es.: pianificazione territoriale, forestale e antincendi boschivi) calibrati sullo stato di funzionalità dei popolamenti; in caso di situazioni di estremo degrado (a es.: cedui degradati ubicati su terreni sterili o zone a elevata pendenza) ciò può anche implicare la messa a riposo per un lungo periodo, continuando la difesa da fattori di disturbo, quale necessaria opzione per il recupero della funzionalità dei soprassuoli;
- al potenziamento della funzionalità di soprassuoli forestali mediante tecniche selvicolturali idonee, modulate in base alle condizioni locali.

2.2 Rimboschimento

La *ricostituzione della copertura forestale* attraverso il rimboschimento di terreni in condizioni di degrado pedologico-vegetazionale ha storicamente rappresentato uno dei principali strumenti di intervento per la sistemazione e recupero delle aree degradate e interessate da processi di desertificazione.

L'intervento di rimboschimento catalizza un processo di ricostituzione della copertura vegetale che potrebbe avvenire spontaneamente, ma soltanto in presenza di specie arboree e arbustive in grado di disseminare e in tempi molto più lunghi (Agrimi e Portoghesi, 2002; Bianchi *et al.*, 2002). In tal senso, il rimboschimento consente in genere di attivare un graduale ma relativamente rapido recupero delle funzioni tipiche dei sistemi forestali, perdute o indebolite dai processi di degrado: *in primis*, la conservazione del suolo e la regimazione delle acque (Ciancio e Iovino, 1995; Corona *et al.*, 1996; Iovino e Menguzzato, 2003). Appare in proposito interessante l'osservazione di De Philippis (1939): «Fra i due possibili procedimenti estremi: uno passivo di chi vorrebbe affidarsi esclusivamente all'opera della natura, solo evitando ogni ulteriore opera perturbatrice dell'uomo; l'altro, completamente artificioso, dell'impianto immediato di quelle specie che possono essere considerate climax, v'è un considerevole campo d'azione per chi consideri la selvicoltura naturalistica sì, ma innanzitutto selvicoltura e non fitosociologia sperimentale».

Ampiamente diffuse fino agli anni settanta, le attività di rimboschimento sono attualmente limitate, nonostante l'abbandono dei terreni agricoli e la diffusione di aree a rischio di desertificazione siano in aumento e i recenti indirizzi di programmazione ambientale a livello nazionale ed europeo esprimano un rinnovato interesse verso queste attività, inquadrati in una prospettiva multifunzionale e sinergica con potenziali ricadute positive in termini di assorbimento del carbonio atmosferico, potenziamento della biodiversità e recupero e riqualificazione di paesaggi degradati.

Interventi di rimboschimento su vasta scala, come quelli del scorso secolo, non sono comunque più attuabili. Il rimboschimento e le altre misure a esso riferibili (*sistemi agroforestali, alberature frangivento, fasce tampone ripariali*) vanno piuttosto considerati in una visione integrata dei sistemi forestali a scala territoriale (Corona, 1993; D'Angelo *et al.*, 2000). È opportuno incentivare gli interventi di rimboschimento soprattutto nelle aree agricole abbandonate dove non esistano i presupposti per un recupero delle tecniche tradizionali di coltivazione e con evidenti processi di degrado che rallentano i processi di successione secondaria; oppure nei paesaggi degradati dell'agricoltura industriale ove anche interventi su piccole superfici, magari nella forma di fasce tampone, comportano benefici notevoli in termini di protezione dell'ambiente e riqualificazione del paesaggio. Di fatto, la localizzazione dei rimboschimenti in *zone idonee*, volta a massimizzare i potenziali benefici ambientali derivanti da questo tipo di intervento, è esplicitamente prevista dal Reg. UE per lo Sviluppo Rurale 1698/2005.

Il rimboschimento in ambienti difficili quali sono i terreni degradati in zone aride e semiaride richiede l'adeguamento dei metodi e delle tecniche convenzionali, al fine di ridurre le perdite di suolo, massimizzare le risorse idriche a disposizione delle piantine e migliorare la fertilità

del suolo. A tal fine ci si può avvalere delle acquisizioni più moderne sperimentate in ambienti aridi e semiaridi (Corona *et al.*, 2008), ma anche della memoria di un patrimonio culturale di cui l'Italia è significativa portatrice (a es.: De Philippis, 1961).

Buona parte dei rimboschimenti storici realizzati nel nostro Paese possono essere assimilati a interventi secondo i criteri della *restoration ecology* (SER, 2004). Il recupero ecologico di terreni degradati rappresenta un obiettivo più ambizioso della rapida ricostituzione di una copertura vegetale (Schirone, 1999). Alla crescita delle aspettative devono però corrispondere una progettazione consapevole delle ricadute delle scelte tecniche sul processo di diversificazione strutturale e compositiva dei popolamenti e una gestione in grado di guidare gli impianti verso l'acquisizione di una definitiva capacità di autorganizzazione. Molteplici sono i criteri di giudizio per la valutazione del successo dell'attività di rimboschimento come intervento di recupero ecologico (a es.: Scotti *et al.*, 2004; Vallejo *et al.*, 2006). Il processo si considera compiuto quando il sistema inizialmente degradato ha acquisito un insieme di caratteristiche tali da far ritenere che abbia imboccato una *traiettoria ecologica* nella direzione di un incremento della complessità strutturale e funzionale. Vari casi di studio dimostrano come, a parità di altre condizioni, si possano determinare traiettorie evolutive molto diverse in conseguenza di scelte colturali differenti, inerenti la *selezione di siti di impianto*, le tecniche di *preparazione del terreno*, il *disegno spaziale* del rimboschimento, la *selezione delle specie* e del *materiale di impianto* e le *cure colturali* (Nocentini, 2006).

Inoltre, affinché l'intervento possa effettivamente contrastare il rischio di desertificazione non è sufficiente rimboschire, ma è poi necessario assecondare l'evoluzione dei soprassuoli verso sistemi efficienti e efficaci. L'obiettivo è attivare una sorta di *coevoluzione* tra gli interventi colturali e la crescita di complessità e funzionalità dell'ecosistema, senza prefissare modelli di riferimento (Figura 3). Ciò implica l'adozione di un *approccio adattativo* in cui la reazione a ogni intervento, a partire dall'impianto, è monitorata per verificarne la efficacia. Il *piano colturale* è lo strumento che permette di seguire l'evoluzione del rimboschimento nel tempo, e pertanto dovrebbe sempre accompagnare i progetti di rimboschimento (Ciancio, 2008).

3. QUADRO DI RIFERIMENTO PROGRAMMATICO

La *convenzione delle Nazioni Unite sulla lotta alla desertificazione* (UNCCD) configura il quadro istituzionale di riferimento all'interno del quale sono sviluppati, in ciascuna nazione, gli interventi di natura politica, programmatica e pianificatoria in questo settore. In particolare, l'art. 10 della UNCCD prevede che i Paesi affetti realizzino la lotta alla desertificazione nel quadro di uno specifico *programma di azione nazionale* (PAN). Per l'attuazione della UNCCD, il governo italiano ha istituito (D.P.C.M. del 26 settembre 1997) il *comitato nazionale per la lotta alla siccità e alla desertificazione* (CNLSD), che, tra le varie attività, ha predisposto il PAN italiano (Deliberazione C.I.P.E. 229/99) il cui principio ispiratore è una forte azione di *integrazione tra il livello nazionale e quello locale* (Enne e Luise, 2006).

Il PAN prevede che siano le Regioni e le Autorità di Bacino a individuare nei rispettivi territori di competenza le aree vulnerabili alla desertificazione e a definire le proposte di intervento in base a quattro settori prioritari: protezione del suolo; gestione sostenibile delle risorse idriche; riduzione di impatto delle attività produttive; riequilibrio del territorio. L'importanza della gestione forestale è espressamente riconosciuta e configurata in un complesso di misure riferibili a competenze proprie della programmazione e regolamentazione forestale a livello regionale, tra cui la conoscenza del patrimonio forestale esistente (inventari forestali) e il suo ampliamento, la protezione dai fattori di degrado (incendi forestali) e il recupero dei suoli degradati. In questo contesto il CNLSD ha predisposto specifici strumenti di supporto tecnico (Corona *et al.*, 2006; Corona *et al.*, 2008).

Un ruolo fondamentale è assegnato alle normative sulle modalità di uso delle risorse forestali. Le fonti regionali riflettono in genere una diffusa sensibilità all'esigenza di prevenire o mitigare fattori e processi di degrado a carico dei sistemi forestali, ma tuttora non si riscontrano riferimenti espliciti al rischio di desertificazione, nonostante la sua significativa incidenza almeno nelle regioni meridionali e insulari. Un concetto acquisito nella legislazione forestale regionale è quello di *boschi in situazioni speciali* (già contenuto nel R.D. 3267/1923, art. 17), che però non è esplicitamente esteso ai boschi ubicati nelle aree a rischio di desertificazione.

Le opere di rimboschimento e la costituzione di fasce boschive sono considerate strumenti fondamentali di prevenzione e contrasto dell'erosione del suolo e per tali motivi sono in genere dichiarate di pubblica utilità, urgenti e indifferibili. In questa ottica un esempio significativo è quello della Regione Sicilia che ha esteso la *dichiarazione di pubblica utilità* agli interventi specificatamente finalizzati alla lotta alla desertificazione e ai cambiamenti climatici (art. 19 L.R. 16/1996 e successive modifiche) e ha riproposto questa disposizione nelle modifiche della legge forestale regionale (L.R. 14/2006).

Va infine evidenziato che la identificazione delle *aree critiche* (a es.: Basso *et al.*, 2000; Iovino *et al.*, 2006) da sottoporre a interventi di rimboschimento rappresenta un punto comune di molti programmi e piani forestali regionali, sebbene poi le amministrazioni competenti non sempre hanno concretamente favorito l'effettiva localizzazione di tali interventi nei territori più esposti ai processi di degrado (Barbati e Ronconi, 2006).

4. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Nel nostro Paese la percezione dell'effettiva dimensione del fenomeno della desertificazione sul territorio nazionale e della gravità delle sue ripercussioni sulle dinamiche di sviluppo delle aree colpite è ancora inadeguata (Corona, 2006; Gambarelli *et al.*, 2007). L'urgenza di azioni tempestive è invece giustificata dal destino di marginalizzazione a cui vanno incontro le zone affette, conseguente alla riduzione della produttività ecologica e economica degli ecosistemi naturali e delle aree agricole. In questa prospettiva e con particolare riferimento ai territori forestali, occorre:

- l'*approfondimento delle conoscenze* per caratterizzare i fenomeni in atto a scala regionale;
- la estensione di *discipline di uso cautelative* (similari a

quelle di salvaguardia dei boschi ubicati in zone affette da rischio idrogeologico) alla gestione dei boschi nelle aree a rischio di desertificazione;

– uno sforzo di *sensibilizzazione culturale* e di *diffusione delle conoscenze tecniche* in merito a ruolo e potenzialità degli interventi selvicolturali per la lotta alla desertificazione;

– il rilancio del *recupero ecologico* mediante rimboschimento dei terreni nudi o degradati, e dei terreni agricoli abbandonati suscettibili di processi di degrado.

Le misure previste dal Regolamento per lo Sviluppo Rurale (2007/2013) offrono ampie opportunità nella direzione delle prospettive menzionate, e l'accento posto sulla zonizzazione degli interventi in funzione delle condizioni di degrado dei sistemi interessati promuove un criterio oggettivo nella distribuzione territoriale degli incentivi. L'auspicio è che questa nota possa rappresentare un ulteriore stimolo per una aggiornata consapevolezza delle potenzialità operative della selvicoltura in questo ambito.

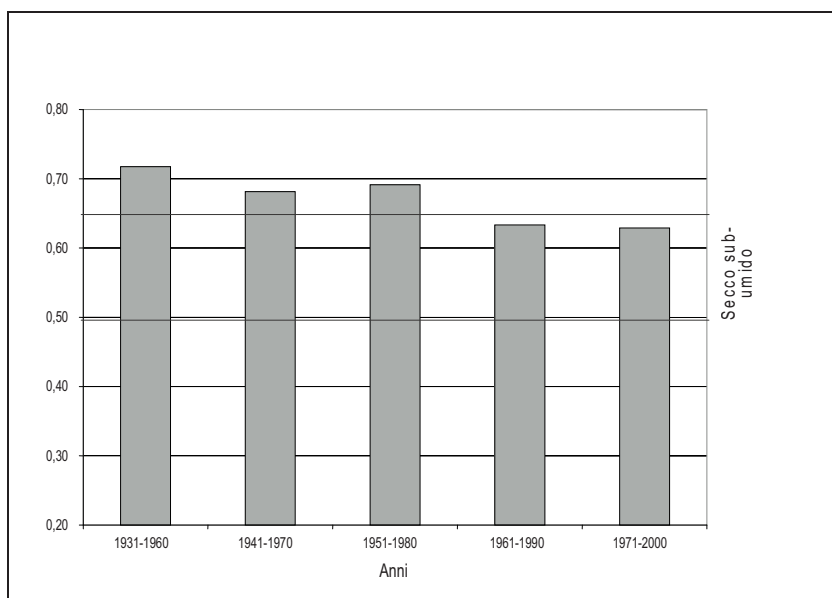


Figura 1. Evoluzione storica dell'indice di aridità (valore medio) in Sicilia (fonte: MATTM, 2006).

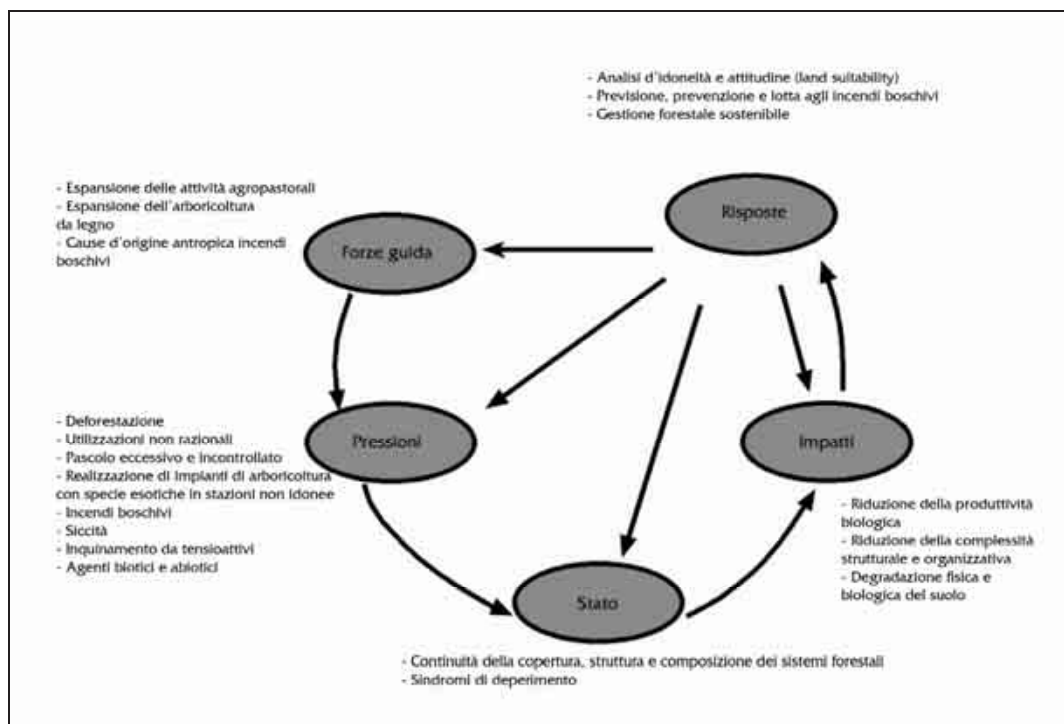


Figura 2. Modello DPSIR (*Driving forces, Pressures, State, Impacts, Responses*) per l'inquadramento dei fenomeni di degrado dei sistemi forestali (fonte: Corona *et al.*, 2006).

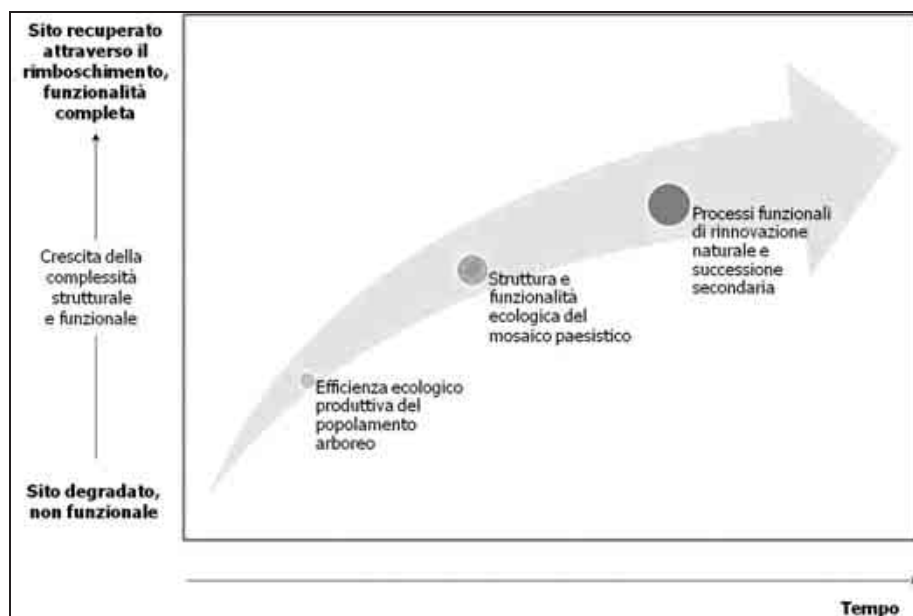


Figura 3. Schema concettuale per la valutazione del successo dell'attività di rimboscimento come intervento di recupero ecologico (fonte: Corona *et al.*, 2008).

Regione	ha
Sardegna	1.089.224
Sicilia	572.988
Puglia	117.620
Calabria	103.308
Abruzzo	74.220
Basilicata	71.944
Molise	32.140
Totale	2.061.444

Tabella 1. Superfici forestali e di altri ambienti a vegetazione naturale nei territori a maggior rischio relativo di desertificazione in Italia (per dettagli, vd. Corona *et al.*, 2006).

Categoria fisionomica	Media	Mediana	Superficie della categoria fisionomica in zone aride e semiaride (%)
Boschi a prevalenza di querce e latifoglie sempreverdi	0,435	0,405	30,8
Boschi a prevalenza di querce caducifoglie	0,312	0,292	14,9
Boschi a prevalenza di latifoglie esotiche	0,363	0,345	4,7
Boschi a prevalenza di pini mediterranei e cipressi	0,483	0,446	12,9
Macchia mediterranea	0,474	0,465	26,9

Tabella 2. Indice di efficienza ecologico-produttiva di boschi e altre terre boscate nelle zone aride e semiaride (*sensu* UNCCD) in Italia. L'indice, che varia tra 0 e 1, esprime l'efficienza relativa dei popolamenti forestali rispetto alle potenzialità produttive definite sulla base di parametri bioclimatici (fonte: Corona *et al.*, 2006).

SUMMARY

DESERTIFICATION RISK AND SILVICULTURE

Forest practices are considered a fundamental tool to combat desertification. Rational forest management and reforestation were actually born from the observation that the uncontrolled use of forest resources inexorably shifts into degradation processes that, in arid and semi-arid areas, bring to land sterility and desertification. Degradation processes in forest ecosystems start with the reduction of crown cover and develop through structural and compositional simplification, gradual loss of biological productivity and increase of soil erosion. As a result, ecological efficiency of the affected forest stands is reduced and their functions in the landscape (soil protection, water regulation, atmospheric carbon sequestration, biodiversity conservation, wood and non-wood product supply) are eroded. Sustainable forest interventions can be exploited as suitable measures for both the mitigation and the prevention of degradation factors, and both to foster existing forest patrimony and to expand it by reforestation. In this perspective, an overview about the role and the responsibility of silviculture to face desertification risks under the environmental and socioeconomic conditions of Italy is presented by discussing the many involved issues as a commentary outline.

RÉSUMÉ

RISQUE DE DÉSERTIFICATION ET SYLVICULTURE

La lutte à la désertification a toujours considéré les mesures forestières comme un moyen d'importance fondamentale. Il a même été affirmé que les pratiques forestières (gestion rationnelle des forêts, défense des incendies, reboisements) sont précisément nées de l'observation faite sur l'utilisation incontrôlée des ressources forestières, ceci s'est traduit inexorablement en processus de dégradation qui, dans des zones arides et sub-arides, peuvent amener à une stérilité des terrains difficilement réversible. Dans les systèmes forestiers les processus de dégradation et de désertification commencent par la réduction du couvert forestier. Ils se manifestent par la perte progressive de la productivité biologique, la simplification structurelle des peuplements et de la composition de la biocénose et successivement l'augmentation des processus d'érosion à échelle de bassin. En conséquence, la progression de la désertification implique la réduction de l'efficacité fonctionnelle du système forestier et l'altération des fonctions qu'il exerce sur le territoire: productivité biologique, capacité protectrice (sol et eau), absorption de carbone et conservation de la biodiversité. La gestion forestière peut mettre en œuvre des mesures de contrôle, en ce qui concerne les facteurs de dégradation, mais aussi des plans de récupération pour l'efficacité fonctionnelle des forêts dégradées. L'aménagement forestier peut donc prévenir l'action de dégradation dans les systèmes qui n'ont pas encore été touchés par ce phénomène. Le domaine potentiel d'intervention du secteur forestier, lié à la

prévention et à l'atténuation du risque de désertification, ne se limite pas seulement à la gestion soutenable du patrimoine forestier existant. L'agrandissement du patrimoine est tout aussi important, et il peut être réalisé grâce à des plantations forestières. Dans cette optique est présenté un cadre général sur le rôle et les responsabilités de la gestion forestière pour la prévention et l'atténuation du risque de désertification dans les conditions environnementales et socioéconomiques italiennes, en affrontant systématiquement et de façon constructive les principales questions opérationnelles.

BIBLIOGRAFIA

- Agrimi M., Portoghesi L., 2002 – *Rimboschimenti e alberature frangivento nella lotta alla desertificazione: considerazioni sulla realtà italiana*. L'Italia Forestale e Montana, 4: 309-318.
- Barbati A., Ronconi M.L., 2006 – *Rapporto sulla lotta alla desertificazione nelle Regioni italiane al 2004*. Comitato Italiano per la Lotta alla Siccità e alla Desertificazione, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Roma.
- Basso F., Bove E., Dumontet S., Ferrara A., Pisante M., Quaranta G., Taberner M., 2000 – *Evaluating environmental sensitivity at the basin scale through the use of geographic information systems and remotely sensed data: an example covering the Agri basin (Southern Italy)*. Catena, 40: 19-35.
- Bianchi L., Calamini G., Gregori E., Paci M., Pallanza S., Pierguidi A., Salbitano F., Tani A., Vedele S., 2002 – *Valutazione degli effetti del rimboschimento in zone aride della Sardegna: risultati preliminari sulla aride vegetazione*. L'Italia Forestale e Montana, 57: 353-368.
- Borghetti M., Cinnirella S., Magnani F., Saracino A., 2005 – *Effetti di carenze idriche prolungate su pinete mediterranee: insegnamenti da due esperimenti in Italia meridionale*. Forest@, 2 (1): 31-36.
- Bovio G., Camia A., Marzano R., 2002 – *Gli incendi boschivi nelle aree a rischio di desertificazione: analisi a scala regionale*. L'Italia Forestale e Montana, 3: 208-224.
- Cellerino G.P., Gennaro M., 2000 – *Drought as predisposing factor in oak decline*. Pp. 157-175. In: Ragazzi A., Dellavalle I. (a cura di), *Decline of oak species in Italy: problems and perspectives*. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze.
- Ciancio O., 2008 – *Prefazione*. In: Corona P., Ferrari B., Iovino F., La Mantia T., Barbati A., Rimboschimenti e lotta alla desertificazione in Italia. Rapporto. Università degli Studi della Tuscia, Comitato Nazionale per la lotta alla Siccità e Desertificazione, Accademia Italiana di Scienze Forestali, Roma.
- Ciancio O., Iovino F., 1995 – *I sistemi forestali e la conservazione del suolo*. I Georgofili-Settima Serie, XLI: 85-146.
- Corona P., 1993 – *Applying biodiversity concepts to plantation forestry in northern Mediterranean landscapes*. Landscape and Urban Planning, 24: 23-31.
- Corona P., 2006 – *Il fenomeno della desertificazione in Italia*. Silvae, 6: 53-60.
- Corona P., Iovino F., Lucci S., 1996 – *La gestione dei sistemi forestali nella conservazione del suolo*. EM-Linea Ecologica, 4: 4-15.

- Corona P., Ferrari B., Marchetti M., Barbati A., 2006 – *Risorse forestali e rischio di desertificazione in Italia. Standard programmatici di gestione*. Università degli Studi della Tuscia, Comitato Nazionale per la lotta alla Siccità e alla Desertificazione, Accademia Italiana di Scienze Forestali, Roma.
- Corona P., Ferrari B., Iovino F., La Mantia T., Barbati A., 2008 – *Rimboschimenti e lotta alla desertificazione in Italia. Rapporto*. Università degli Studi della Tuscia, Comitato Nazionale per la lotta alla Siccità e Desertificazione, Accademia Italiana di Scienze Forestali, Roma.
- Costantini E.A.C., Urbano F., Bonati G., Nino P., Fais A., (a cura di), 2005 – *Atlante nazionale delle aree a rischio di desertificazione*. INEA, Roma.
- D'Angelo M., Enne G., Madrau S., Percich L., Previtali F., Pulina G., Zucca C., 2000 – *Mitigation land degradation in mediterranean agro-silvo-pastoral system: a GIS based approach*. Catena, 40: 37-49.
- De Philippis A., 1939 – *Sulla tecnica di preparazione del suolo per il rimboscimento in clima caldo-arido*. Stazione Sperimentale di Selvicoltura, 6, Arezzo.
- De Philippis A., 1961 – *Problemi e tecnica del rimboscimento nella zona del Lauretum*. Pp. 163-185. In: Atti del Congresso nazionale sui rimboschimenti e sulla ricostituzione dei boschi degradati, Vol. I, Relazioni. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze.
- Delogu G., Giaini G., Iovino F., 1998 – *Problematiche e prospettive della selvicoltura in ambiente mediterraneo*. Pp. 209-218. In: Atti del Secondo Congresso Nazionale di Selvicoltura, Vol. 2, Venezia.
- Enne G., Luise A., 2006 – *La lotta alla desertificazione in Italia: stato dell'arte e linee guida per la redazione di proposte progettuali di azioni locali*. APAT, Roma.
- FAO, 1989 – *Arid zone forestry. A guide for field technicians*. FAO Conservation Guide 20, Roma.
- Gambarelli G., Giupponi C., Gorla A., 2007 – *La desertificazione, i costi dell'inazione e la valutazione delle opzioni di adattamento al cambiamento climatico*. Rapporto, APAT, Centro Euro-Mediterraneo per i Cambiamenti Climatici, Roma.
- Geeson N.A., Brandt C.J., Thornes J.B., (a cura di), 2002 – *Mediterranean Desertification: A Mosaic of Processes and Responses*. John Wiley & Sons, Chichester.
- Iovino F., Ferrari E., Aramini G., Paone R., Vasta F., 2005 – *Individuazione delle aree vulnerabili alla desertificazione in Calabria*. Estimo e Territorio, 11: 30-39.
- Iovino F., Menguzzato G., 2003 – *Il ruolo dei rimboschimenti nella lotta alla desertificazione*. Pp. 105-109. In: Scarascia Mugnozza (a cura di), Atti del Convegno, "Alberi e Foreste nel Nuovo Millennio", Vol. 3, Viterbo.
- MATTM, 2006. *Third Reporting Process on UNCCD Implementation. Affected country Parties. National Report of Italy*. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Roma.
- Millennium Ecosystem Assessment, 2005 – *Ecosystems and human well-being: desertification synthesis*. World Resources Institute, Washington, D.C.
- Nocentini S., 2006 – *La rinaturalizzazione dei sistemi forestali: è necessario un modello di riferimento?* Forest@, 3: 376-379.
- Schirone B., 1999 – *Teoria e pratica del rimboscimento. Alcune prospettive possibili*. Pp. 101-116. In: O. Ciancio (a cura di), Nuove frontiere nella gestione forestale. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze.
- Scotti R., D'Angelo M., Marongiu M., 2004 – *Reaction: recupero e valorizzazione delle "buone pratiche": tecniche di restauro ecologico dall'esperienza dei forestali*. Pp. 1-10. In: Atti, XIV Congresso della Società Italiana di Ecologia, Siena.
- SER, 2004 – *The SER (Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group) International Primer on Ecological Restoration*. Society for Ecological Restoration International, Tucson, USA. <http://www.ser.org>.
- Vallejo R., Arosón J., Pausas J.G., Cortina J., 2006 – *Restoration of mediterranean woodlands*. Pp. 193-207. In: Andel J.V., Aronson J., (a cura di), Restoration Ecology. The New Frontier. Blackwell Publishing, Oxford.
- Yassoglou N. J., 1999 – *History and development of desertification in the Mediterranean and its contemporary reality*. Pp. 9-15. In: Enne G., Zanolla C., Peter D., (a cura di), Desertification in Europe: mitigation strategies, land use planning. European Commission Proceedings of the Advanced Study Course, Alghero.

QUALITÀ DEL SUOLO PER UNA SELVICOLTURA SOSTENIBILE

(*) Centro di ricerca per l'agrobiologia e la pedologia, CRA, Firenze

La qualità del suolo può essere definita come la capacità di un determinato tipo di suolo a svolgere una desiderata funzione. Al suolo vengono riconosciute almeno sei funzioni per lo sviluppo sociale ed economico del genere umano: tre prettamente ecologiche (produzione di biomassa; filtraggio, tamponamento e trasformazione di sostanze diverse; habitat biologico e riserva genetica) e tre prettamente socio-economiche (base fisica per insediamenti umani e infrastrutture; fonte di approvvigionamento di materie prime, inclusa l'acqua; protezione di giacimenti paleontologici ed archeologici). Conoscere la qualità del suolo, in un'ottica di sostenibilità, significa valutare e gestire il suolo stesso in modo che esso espliciti al meglio la funzione desiderata (nel caso della selvicoltura: produzione di biomassa e sostegno alle piante) sia al presente che in futuro, in modo da prevenire la sua degradazione.

La qualità del suolo è determinata essenzialmente dalle sue caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche, le quali sono strettamente correlate e molti dei loro parametri rappresentano proprio gli indicatori atti a definire e quantificare tale qualità.

Vista la natura delle attività selvicolturali in Italia, il rischio di impatto sulle proprietà del suolo risulta essere maggiore per le proprietà fisiche, seguito dalle proprietà biologiche e quindi dalle proprietà chimiche.

Le principali cause dei fenomeni di degradazione del suolo, sono il compattamento (dovuto essenzialmente al traffico delle macchine operatrici, ma talvolta al carico eccessivo di bestiame al pascolo o di fauna selvatica) e l'erosione del suolo, accentuata drasticamente dopo eventuali incendi boschivi, nonché l'aumento dei periodi di siccità, quale conseguenza dei cambiamenti climatici.

Parole chiave: funzioni del suolo, porosità del suolo, ritenzione idrica, compattamento, erosione.

Key words: soil functions, soil porosity, soil water retention, soil compaction, soil erosion.

Mots clés: fonctions du sol, porosité du sol, rétention d'eau, compactage, érosion.

1. INTRODUZIONE

La degradazione del suolo è un'emergenza a livello planetario. In Italia, ad esempio, si stima che proprio i 2/3 dei suoli del territorio agricolo nazionale sono ormai degradati. È a tutti noto l'impovertimento di sostanza organica che ha portato ad una forte diminuzione della stabilità strutturale dei suoli che, oltre a interagire negativamente con la crescita delle piante, ha portato, come conseguenza ad una drastica riduzione dell'infiltrazione dell'acqua con aumento del ruscellamento superficiale e quindi dei processi erosivi o dei fenomeni di allagamento nelle aree pianeggianti.

Tale degradazione comincia ad interessare purtroppo, in certe aree, anche i suoli forestali e quindi uno sviluppo sostenibile della selvicoltura deve passare attraverso una grande attenzione alla risorsa suolo e soprattutto ad un suo uso corretto. Questo anche in virtù dei cambiamenti climatici di cui un effetto accertato e documentato è rappresentato dall'aumento del numero e dalla lunghezza dei periodi di siccità. Un altro effetto eclatante riguarda l'incremento dell'aggressività delle piogge (forti piogge violente concentrate in breve periodo) con conseguente aumento dei rischi erosivi.

Scopo di questo lavoro è di illustrare i nuovi concetti di qualità del suolo, gli indicatori atti a definire tale qualità ed evidenziare soprattutto le più preoccupanti minacce che portano alla degradazione dei suoli forestali.

2. CONCETTO DI QUALITÀ DEL SUOLO

La qualità del suolo può essere definita, in estrema sintesi, come la capacità di un determinato tipo di suolo a svolgere una desiderata funzione. Secondo i nuovi concetti pedologici (Blum, 1998) il suolo esplica almeno sei differenti funzioni per lo sviluppo sociale ed economico del genere umano, le quali possono essere distinte in tre più ecologiche (1 – produzione di biomassa; 2 – esplicazione di funzioni di filtro, di tamponamento e di trasformazione di materiali e sostanze diverse; 3 – habitat biologico e riserva genetica) e le altre tre direttamente legate alle attività antropiche definite come funzioni socio-economiche (4 – base fisica per insediamenti umani, insediamenti produttivi e infrastrutture; 5 – fonte di approvvigionamento di materie prime; 6 – luogo e mezzo di conservazione e tramite di accesso a giacimenti paleontologici ed archeologici di fondamentale significato culturale). Comunque, la necessaria armonizzazione dell'uso delle sei funzioni del suolo non è una questione scientifica, ma politica: ciò significa che tutta la popolazione che vive in una determinata area o spazio deve decidere quali funzioni del suolo devono essere usate in quello spazio in un tempo definito. I ricercatori hanno solo il compito di sviluppare scenari e prevedere quali cause e impatti possono accadere quando differenti opzioni sono attuate. Questi scenari possono essere condensati in indicatori, i quali possono aiutare sia i decisori politico-amministrativi sia i popoli viventi in una determinata area a scegliere la giusta opzione.

È evidente che nel caso della selvicoltura la funzione del suolo desiderata è la produzione di biomassa e sostegno alle piante. La qualità del suolo inerente questa funzione è determinata essenzialmente dalle sue caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche, le quali sono strettamente correlate fra loro e rappresentano proprio gli indicatori atti a quantificare tale qualità del suolo stesso.

2.1 Indicatori fisici

Le proprietà fisiche del suolo includono fattori quali la tessitura, la struttura, la porosità, la densità o meglio la massa volumica apparente, il drenaggio e l'idrologia superficiale.

Le proprietà fisiche determinano la facilità della penetrazione delle radici, l'acqua disponibile e la facilità di assorbimento da parte delle piante, la quantità di ossigeno presente nel suolo e la velocità con cui l'acqua si muove sia in senso laterale che verticale.

È ampiamente riconosciuto che la porosità è l'indicatore principale delle condizioni strutturali e quindi delle qualità fisiche del suolo. Infatti sono proprio la morfologia, la dimensione, la continuità e l'arrangiamento dei pori nel terreno che determinano il contenuto e i movimenti dell'acqua e dell'aria, la crescita delle radici, ecc. Le tecniche micromorfologiche combinate con l'analisi di immagine hanno la completa caratterizzazione della porosità in questo senso attraverso l'esame microscopico delle sezioni sottili preparate da campioni indisturbati di suolo (Pagliai e Vignozzi, 2002).

Per quanto riguarda le proprietà idrologiche è necessario quantificare la capacità di accettazione delle piogge, il deflusso esterno, il drenaggio interno e l'acqua disponibile.

La capacità di accettazione delle piogge sta diventando un parametro critico: esso dipende dalle condizioni strutturali del suolo, cioè dal sistema dei pori e dal contenuto e dalla qualità della sostanza organica. La sostanza organica può, infatti, avere una duplice azione e cioè quella di assorbire acqua, ma talvolta ha anche proprietà idrofobiche che limitano l'infiltrazione dell'acqua. Le caratteristiche idrofobiche si accentuano notevolmente dopo il passaggio di incendi (Certini, 2005; Giovannini *et al.*, 1998); per cui in queste aree la capacità di accettazione delle piogge diminuisce drasticamente proprio a causa della idrofobicità della sostanza organica e dell'aumento della frequenza di piogge violente, come sopra ricordato, che portano ad un intensificarsi del ruscellamento superficiale.

Altro parametro critico è rappresentato dall'acqua disponibile (curve di ritenzione idrica) che in molte aree delle nostre foreste va pericolosamente diminuendo a causa sia della degradazione del suolo, sia, soprattutto, dell'allungamento dei periodi di siccità dovuti ai cambiamenti climatici.

2.2 Indicatori chimici

Le proprietà chimiche del suolo includono il contenuto di sostanza organica, lo stato dei nutrienti (input e output) e pH.

Le proprietà chimiche sono essenzialmente determinate dal contenuto e dal tipo di sostanza organica. Molto importante è la quantificazione del grado di idrofobicità della sostanza organica per i suoi riflessi sui movimenti dell'acqua. Un suolo degradato perde la capacità di accumulo della sostanza organica stessa e provoca l'alterazione del ciclo naturale dei nutrienti. È evidente, ad esempio, che, in un

suolo forestale con limitata capacità di infiltrazione dell'acqua, aumenta l'output dei nutrienti persi con il ruscellamento superficiale, oltre che il rischio di erosione.

Lo stato dei nutrienti è fondamentale per una selvicoltura sostenibile proprio perché determinano lo sviluppo vegetativo. Gli ecosistemi forestali italiani ricevono l'input naturale di nutrienti attraverso le precipitazioni atmosferiche, la decomposizione della lettiera e dall'alterazioni dei minerali del suolo. Gli output sono rappresentati dalla rimozione di materiali vegetali operata dall'uomo e dagli animali, dalla lisciviazione e dal ruscellamento superficiale. Operazioni di gestione del bosco che "disturbano" eccessivamente la superficie del suolo (distruzione della lettiera, compattamento, ecc.) possono portare anche ad una drastica riduzione dei nutrienti e perdita di fertilità del suolo con conseguenze dirette e negative sullo stato di vegetazione del bosco.

Attualmente si dibatte molto sull'impatto dei cambiamenti climatici sulle proprietà chimiche dei suoli forestali. Ovviamente i cambiamenti climatici hanno di gran lunga maggior effetto sulle piante che non sul suolo, ad ogni modo è stato dimostrato (Carnicelli *et al.*, 1997; Egli *et al.*, 2003) che l'innalzamento della temperatura può accelerare i processi di alterazione di alcuni minerali con possibile rilascio di nutrienti.

Con l'aumento della temperatura è ragionevole supporre che gli organismi montani saranno capaci di vivere a più alte altitudini. Comunque, ciascuna specie reagirà in maniera diversa così che molti ecosistemi in futuro saranno diversi da quelli attuali. Da studi condotti recentemente (Egli *et al.*, 2003; Mirabella e Sartori, 1998) si può ipotizzare che un aumento delle temperature e un conseguente spostamento in alto di determinati sistemi forestali, porterà un incremento del tasso di alterazione dei minerali nelle regioni che attualmente sono sopra il limite della vegetazione arborea. Questo significa che gli attuali podzol regrediranno in quanto si assisterà ad un aumento del pH, diminuendo così i processi di acidificazione, con spostamento, quindi, verso l'alto anche del processo di podzolizzazione.

2.3 Indicatori biologici

Le proprietà biologiche includono la moltitudine di organismi che prosperano nel suolo, quali le micorrizze, i funghi, i batteri, la micro e meso fauna.

Gli Artropodi e i Nematodi sono i principali gruppi animali coinvolti nei processi di decomposizione dei residui vegetali della lettiera forestale. Il loro impiego quali indicatori biologici mira a monitorare lo sviluppo strutturale, l'accumulo di nutrienti e l'attività biologica del suolo. La valutazione della loro abbondanza e diversità permette di elaborare gli indici biologici IQ (indice di qualità) e QBS (qualità biologica del suolo) utilizzati negli studi di valutazione ambientale.

La notevole biodiversità di microrganismi nel suolo ha importanza fondamentale come riserva di risorse genetiche e, dal punto di vista ecologico, per la loro capacità di rispondere a differenti stress esogeni. Tecniche di biologia molecolare danno un contributo determinante allo studio della diversità microbica e, mediante l'analisi dell'RNA, permettono di considerare quale sia la porzione di microflora realmente attiva e di studiare le interazioni pianta-microrganismo (Castaldini *et al.*, 2002).

3. PRINCIPALI PROCESSI DI DEGRADAZIONE DEI SUOLI FORESTALI

Vista la natura delle attività selvicolturali in Italia, il rischio di impatto sulle proprietà del suolo risulta essere maggiore per le proprietà fisiche, seguito dalle proprietà biologiche e quindi dalle proprietà chimiche.

I fattori che determinano impatti negativi su queste proprietà, innescando fenomeni di degradazione del suolo, sono il compattamento (dovuto essenzialmente al traffico delle macchine operatrici, ma talvolta al carico eccessivo di bestiame al pascolo o di fauna selvatica) e l'erosione del suolo, accentuata drasticamente dopo eventuali incendi boschivi.

La tendenza verso l'uso di macchine operatrici sempre più potenti e pesanti, di gran lunga in uso in agricoltura, si sta affermando anche nel settore forestale. Il compattamento diventa, quindi, uno degli aspetti principali di degradazione del suolo, provocando una drastica riduzione della porosità del terreno.

Nella Figura 1 è riportato un esempio di danno prodotto in termini di porosità nelle aree interessate dal passaggio di macchine operatrici per le operazioni di disboscamento in un suolo sabbioso (Haploxeralfs Psammentic, secondo la classificazione USDA, 1999). Nelle aree compattate la porosità, rappresentata dai pori maggiori di 50 μm di diametro equivalente misurati mediante analisi di immagine su sezioni sottili preparate da campioni indisturbati (Murphy, 1986), scende sotto il valore del 10% indicato come limite per definire un suolo degradato (Pagliai, 1988). Tale diminuzione non si limita solo allo strato superficiale ma interessa anche gli strati sottostanti. Il compattamento, sia in suoli agricoli che forestali, non solo riduce drasticamente la porosità (come riportato nella Fig. 1) ma modifica anche l'arrangiamento del sistema dei pori. In fatti, la proporzione dei pori allungati di trasmissione, utili per i movimenti dell'acqua e la crescita delle radici (Pagliai *et al.*, 2003), subisce una drastica riduzione nei suoli compattati (Fig. 2).

Effetti simili si hanno anche in seguito al pascolamento e transito di un eccessivo carico di fauna (sia domestica che selvatica). La Figura 3 mostra una sezione sottile rappresentativa di un sito sempre dello stesso suolo forestale sabbioso, di cui sopra, non disturbato dall'attività della fauna selvatica, in cui è ben visibile un sistema di pori interconnessi, che origina una buona areazione del terreno e accumuli di sostanza organica che ingloba e cementa i granuli di quarzo (sabbia). La Figura 4 mostra invece un'area rappresentativa di un sito interessato dal transito della fauna selvatica (ungulati) in cui si può notare la drastica riduzione della porosità del terreno, che può causare ostacolo alla crescita delle radici e ridurre l'infiltrazione dell'acqua, soprattutto in casi di piogge intense concentrate in un breve periodo, considerando anche l'azione idrorepellente che può esercitare la sostanza organica nello strato superficiale.

Infine la Figura 5 mostra un'area rappresentativa di un sito interessato dal "rooting" dei cinghiali. Specialmente nella parte superficiale la degradazione del suolo è evidente in quanto il terreno appare disaggregato, i granuli di quarzo sono totalmente sciolti, c'è una presenza di larghi

spazi vuoti e assenza pressoché totale di accumuli di sostanza organica. Dove il rooting si attenua appaiono evidenti gli accumuli di sostanza organica, derivati essenzialmente da residui vegetali in decomposizione, e in molti casi si nota la tendenza alla formazione di aggregati. Inoltre, le sezioni sottili permettono di evidenziare la formazione di strati compatti al limite del rooting, originati dall'azione degli animali, e che interrompono drasticamente la continuità del sistema dei pori con possibili riflessi negativi sui movimenti dell'acqua. Nonostante la necessità di una verifica nel tempo di questi dati, appare evidente che una corretta gestione del territorio deve tenere in considerazione anche il carico della fauna selvatica (cinghiali). Un carico eccessivo innesca fenomeni di degradazione del suolo con possibili riflessi negativi anche sulla rinnovazione del bosco.

Il deterioramento delle proprietà fisiche determina una forte ripercussione negativa sulle proprietà biologiche, provocando innanzi tutto una perdita di funzionalità delle comunità microbiche del suolo e, più in generale, perdita di biodiversità e di conseguenza di fertilità biologica, provocando quell'inaridimento del suolo tipico delle situazioni degradate.

4. CONCLUSIONI

In sintesi, lo sviluppo sostenibile della selvicoltura e l'effettiva conservazione delle foreste è possibile solo attraverso una gestione corretta del suolo atta a prevenire la degradazione di questa risorsa naturale. Proteggere il suolo significa proteggere l'ambiente, visto che i maggiori dissesti ambientali sono riconducibili alla degradazione del suolo. È fondamentale quindi la completa conoscenza di questa risorsa, così come è fondamentale disporre di banche dati aggiornate dei vari tipi di suolo al fine di pianificarne una corretta gestione e un utilizzo secondo la specifica vocazione. Un esempio: coltivare il castagno nei suoli di origine vulcanica, i quali hanno la specifica capacità di assorbire l'acqua fino a quattro volte il loro peso, sino a diventare una massa pressoché fluida, in caso di eventi piovosi straordinari (vedi Sarno nel Maggio del 1998) può innescare e intensificare i processi di smottamento.

Occorre anche programmare pratiche di gestione del bosco che tengano in considerazione la vulnerabilità del suolo stesso cercando, per quanto possibile, di attenuare i processi di compattamento sia con l'uso di macchine operatrici più rispettose dell'ambiente, sia anche programmando e controllando un giusto carico di ungulati i quali, fra l'altro, se in numero eccessivo ostacolano significativamente il naturale processo di rinnovazione del bosco.

Le conseguenze dell'eccessivo compattamento sfociano sempre in processi erosivi accelerati, talvolta catastrofici.

Occorre quindi prendere coscienza che, al di là degli incendi che rimangono la piaga principale per le foreste mediterranee, vi sono altre cause di natura antropica di degradazione dei suoli forestali finora troppo spesso sottovalutate, ma che, al contrario, necessitano di grande attenzione.

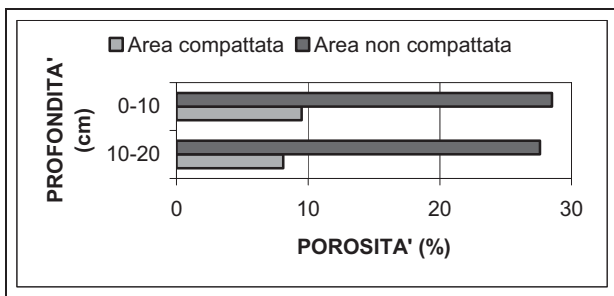


Figura 1. Effetto del compattamento, causato dal passaggio di un trattore, sulla porosità di un suolo forestale sabbioso espressa come percentuale dell'area occupata dai pori maggiori di 50 µm per sezione sottile.

Figure 1. Effects of soil compaction caused by the passes of tractors, on the porosity of a forestry sandy soil, expressed as a percentage of area occupied by pores larger than 50 µm per thin section.

Figure 1. Effet du compactage, provoqué par le passage d'un tracteur, sur la porosité d'un sol forestier sableux, exprimée en pourcentage de l'aire occupée des pores plus grands que 50 µm par coupe mince.

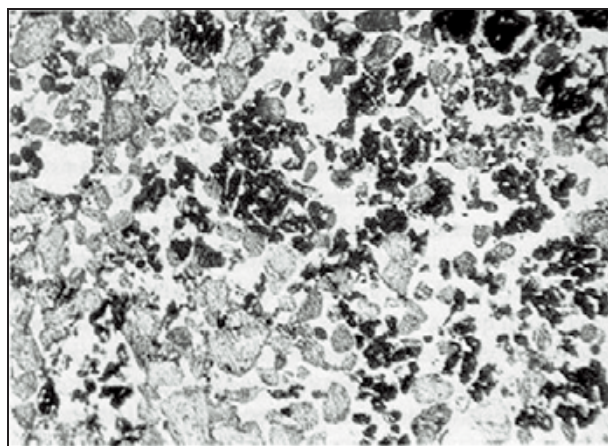


Figura 3. Microfotografia di una sezione sottile verticalmente orientata dello strato superficiale (0-5 cm) di un suolo forestale sabbioso. Il lato della foto misura 3 mm nella realtà. Le parti bianco-trasparenti rappresentano i pori, i granuli di quarzo sono di colore grigio, mentre le parti di colore scuro rappresentano i materiali organici.

Figure 3. Microphotograph of vertically oriented thin section from the surface layer (0-5 cm) of a forestry sandy soil. Frame length 3 mm. Pores appear white, quartz grains grey, while the brown areas represent organic materials.

Figure 3. Microphotographie d'une coupe mince orientée verticalement de la couche superficielle (0-5 cm) d'un sol forestier sableux. Le côté de la photo mesure 3 mm en réalité. Les pores apparaissent blancs, les granules de quartz sont gris, tandis que les parties foncées représentent le matériel organique.

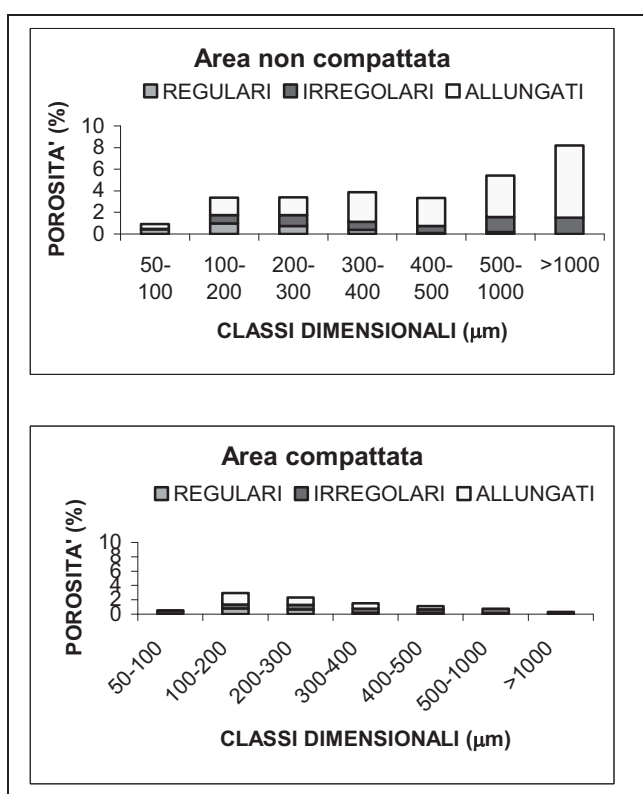


Figura 2. Distribuzione dimensionale dei pori, secondo il diametro equivalente per i pori regolari e irregolari e la larghezza per i pori allungati, nello strato superficiale (0-10 cm) dello stesso suolo sabbioso della Fig. 1. È evidente la drastica riduzione dei pori allungati e in particolare di quelli maggiori di 500 µm nelle aree interessate dal passaggio del trattore.

Figure 2. Pore size distribution, according to the equivalent pore diameter for regular and irregular pores, or the width for elongated pores, in the surface layer (0-10) of the same soil of Fig.1. It is evident the strong reduction of elongated pores, particularly those larger than 500 µm in areas compacted by the traffic of the tractor.

Figure 2. Distribution dimensionnelle des pores, selon le diamètre équivalent pour les pores réguliers et irréguliers et la largeur pour les pores allongés, dans la couche superficielle (0-10 cm) du même sol sableux de la Fig. 1. C'est évident la drastique réduction des pores allongés, en particulier ceux-là plus grands que 500 µm dans les aires compactées par le passage du tracteur.

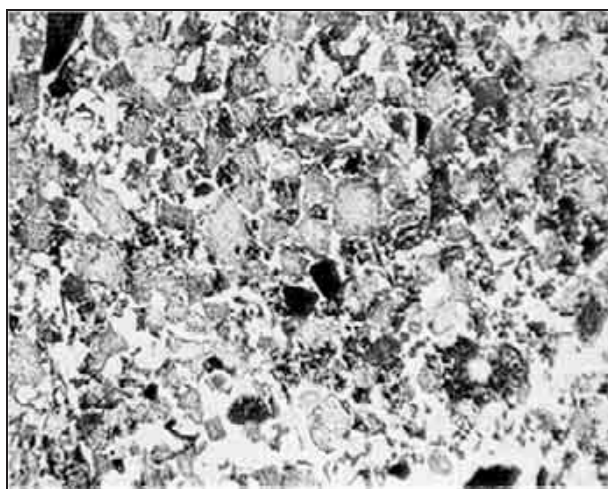


Figura 4. Microfotografia di una sezione sottile verticalmente orientata dello strato superficiale (0-5 cm) di un suolo compattato dal passaggio di fauna selvatica. Il lato della foto misura 3 mm nella realtà. È visivamente apprezzabile la diminuzione di porosità in seguito al compattamento. Si restringono, infatti, gli spazi intergranulari e i materiali organici appaiono più compressi.

Figure 4. Microphotograph of vertically oriented thin section from the surface layer (0-5 cm) of a forestry sandy soil compacted by the animal trampling. Frame length 3 mm. It is evident the decrease of porosity following compaction. The inter-granular spaces are reduced and the organic materials appear compressed.

Figure 4. Microphotographie d'une coupe mince orientée verticalement de la couche superficielle (0-5 cm) d'un sol compacté par le passage des animaux. Le côté de la photo mesure 3 mm en réalité. C'est évident la diminution de porosité ensuite au compactage. En effet les espaces intergranulaires sont réduits et les matériels organiques apparaissent plus comprimés.

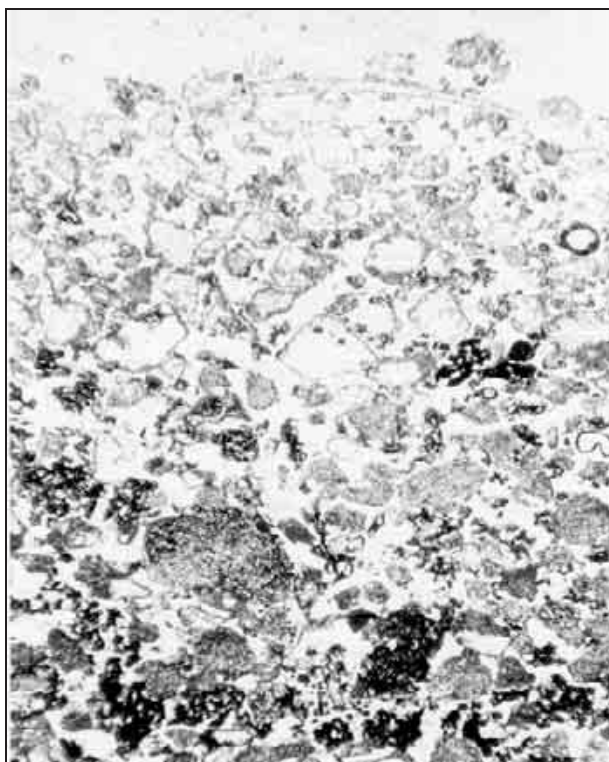


Figura 5. Microfotografia di una sezione sottile verticalmente orientata, preparata dallo strato superficiale (0-5 cm) di un terreno forestale sabbioso, interessato dal "rooting" dei cinghiali. È visivamente apprezzabile la struttura a granello singolo nello strato più superficiale e la scomparsa, in questo strato, della sostanza organica evidenziando così condizioni strutturali degradate.

Figure 5. Microphotograph of vertically oriented thin section from the surface layer (0-5 cm) of a forestry sandy soil interested by the "rooting" of wild pigs. A single grain structure without organic material it is visible in the surface.

Figure 5. Microphotographie d'une coupe mince orientée verticalement de la couche superficielle (0-5 cm) d'un sol forestier sableux, intéressé par le "rooting" des sangliers. Une structure à granelle unique sans matériel organique est visible à la surface.

SUMMARY

SOIL QUALITY FOR A SUSTAINABLE SILVICULTURE

Soil quality is the capacity of a specific kind of soil to perform a desiderated function. Soils have at least six different functions for the social and economic development of humankind, which can be distinguished into three more ecological functions (production of biomass; filtering, buffering and transforming; gene reserve and protection of flora and fauna) and three others directly linked to human activities defined as technical, industrial and socio-economic functions (support to human settlement, housing and infra-structure, recreation and waste disposal; source of raw materials, including water; protection and preservation of cultural heritage). The need for assessing soil quality has expanded because of growing interest in developing management practices that allow plant productivity and, overall, the protection of soil resource. The soil quality is mainly determined by the physical, chemical and biological properties, that are strongly interconnected. Many of their parameters represent the indicators that allow to quantify soil quality.

According to the conditions of silviculture in Italy, the risk of impact on soil properties is higher for soil physical properties, followed by biological and chemical properties.

The main causes of the soil degradation processes are represented by soil compaction (mainly due to traffic by machines, but also due to the trampling of animals), soil erosion (that strongly increases in areas interested by fire) and by drought periods.

RÉSUMÉ

QUALITE DU SOL POUR UNE SYLVICULTURE SOUTENABLE

La qualité du sol peut être définie comme la capacité d'un genre déterminé de sol à remplir une fonction désirée. Au moins six différentes fonctions sont reconnues au sol pour le développement social et économique du genre humain: trois typiquement écologiques (production de biomasse; filtrage, tamponnage et transformation de substances diverses; habitat biologique et réserve génétique) et trois typiquement socio-économiques (support pour établissements humains et infrastructures; source de approvisionnement de matières premières, incluse l'eau; protection des gisements paléontologiques et archéologiques). Connaître la qualité du sol, sous une optique de soutenabilité, ça veut dire évaluer et gérer le sol lui-même en sorte qui il exerce au mieux la fonction désirée (dan le cas de la silviculture: production de biomasse et soutien pour les plantes) soit à présent qui à l'avenir, en sorte de prévenir sa dégradation.

La qualité du sol est déterminée principalement par ses caractéristiques physiques, chimiques et biologiques lesquels sont en corrélation étroite et beaucoup des leur paramètres représentent vraiment les indicateurs adaptés à définir et quantifier telle qualité.

Vu la nature des activités sylvicultureles en Italie, le risque d'impact sur les propriétés du sol est plus grand pour les propriétés physiques, ensuite des propriétés biologiques et puis des propriétés chimiques.

Les plus importantes causes des phénomènes de dégradation du sol sont le compactage (dû essentiellement au trafic des machines agricoles, mais quelquefois au piétinement excessif des animaux) et l'érosion du sol, accentuée drastiquement dans les zones intéressées par le feu et puis périodes de sécheresse.

BIBLIOGRAFIA

- Blum W.E.H., 1998 – *Agriculture in a sustainable environment, a holistic approach*. International Agrophysics, 12: 13-24.
- Carnicelli S., Mirabella A., Cecchini G., Sanesi G., 1997 – *Weathering of chlorite to a low-change expandable mineral in a spodosol on the Apennine mountains, Italy*. Clays and Clay Minerals, 45: 28-41.
- Castaldini M., Egli M., Mirabella A., Fabiani A., Santomassimo F., Miclaus N., 2002 – *Influence of climate on soil development and microbial community in Trentino mountains - Italy*. BGS Bulletin, 25: 55-60.

- Certini G., 2005 – *Effects of fire on properties of forest soils: A review*. *Oecologia*, 143: 1-10.
- Egli M., Mirabella A., Sartori G., Fitze P., 2003 – *Weathering rates as a function of climate: results from a climosequence of the Val Genova (Trentino, Italian Alps)*. *Geoderma*, 111: 99-121.
- Giovannini G., Lucchesi S., Giachetti M., 1998 – *Effect of heating on some physical and chemical parameters related to soil aggregation and erodibility*. *Soil Science*, 146: 255-261.
- Mirabella A., Sartori G., 1998 – *The effect of climate on the mineralogical properties of soils from the Val Genova Valley (Trentino, Italy)*. *Fresenius Environmental Bulletin*, 7: 478-483.
- Murphy C.P., 1986 – *Thin section preparation of soils and sediments*. A B Academic Publishers, Herts, U.K., 149 pp.
- Pagliai M., 1988 – *Soil porosity aspects*. *International Agrophysics*, 4: 215-232.
- Pagliai M., Marsili A., Servadio P., Vignozzi N., Pellegrini S., 2003 – *Changes in some physical properties of a clay soil in Central Italy following the passage of rubber tracked and wheeled tractors of medium power*. *Soil Till. Res.* 73: 119-129.
- Pagliai M., Vignozzi N. 2002 – *The soil pore system as an indicator of soil quality*. *Advances in GeoEcology* 35: 69-80.
- USDA-NRCS, 1999 – *Soil Taxonomy, a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys*. 2nd ed. Agriculture handbook N° 436, Washington D.C., 869 pp.

LE FORESTE DI PROTEZIONE DIRETTA: DEFINIZIONE, CARTOGRAFIA ED ANALISI DELLA ATTITUDINE DEI POPOLAMENTI FORESTALI A SVOLGERE LA FUNZIONE PROTETTIVA

(*) Dipartimento Agroselviter, Università degli Studi di Torino, Grugliasco, Torino

(**) Direzione Opere pubbliche, Difesa del suolo, Economia montana e Foreste, Regione Piemonte, Torino

(***) Consorzio Forestale Alta Valle di Susa, Oulx, Torino

(****) Assessorato agricoltura e risorse naturali, Direzione foreste e infrastrutture, Regione Autonoma Valle d'Aosta, Quart (Valle d'Aosta)

(*****) Istituto per le piante da legno e l'ambiente, Torino

Il mantenimento e la valorizzazione della protezione diretta è possibile attraverso l'applicazione di trattamenti selvicolturali che, in montagna, costituiscono una priorità nell'ambito della pianificazione e della gestione selvicolturale.

Questi interventi sono definiti "cure minime" in quanto, spesso sono finalizzati non al raggiungimento della condizione ideale ma al raggiungimento di una condizione minima che può assicurare lo svolgimento efficace della funzione protettiva.

In questi ultimi anni i forestali delle Alpi occidentali italiane, in stretta collaborazione con i colleghi svizzeri e francesi, hanno effettuato diverse esperienze elaborando un protocollo per la definizione e l'analisi dell'attitudine a svolgere la funzione protettiva dei popolamenti forestali e per valutare priorità e modalità di intervento per mantenere o valorizzare questa funzione.

In questo lavoro è presentata una sintesi di queste esperienze, realizzate nell'ambito del progetto Interreg III A Italia-Francia "Gestion durable des forêts de montagnes à fonction de protection", con particolare riferimento ai più significativi casi di studio analizzati.

Parole chiave: foreste di protezione, pericoli naturali, cure minime.

Key words: protection forests, natural hazards, minimal tendings.

Mots clés: forêts de protection, risques naturels, soin minimaux.

1. INTRODUZIONE

Le foreste rappresentano, per tutte le regioni di montagna, una componente integrante della vita e della cultura degli uomini. Esse, infatti, hanno svolto in passato, e svolgono tuttora, un importante ruolo sociale multifunzionale che esercita i suoi benefici sull'intero ambiente a vantaggio della collettività, non solo da un punto di vista economico (produzione di assortimenti da opera, legna per riscaldamento e usi domestici, ecc.), ma anche e soprattutto di protezione dell'uomo, dei suoi insediamenti e delle sue attività economiche. Questa funzione di protezione viene svolta nei confronti di pericoli naturali quali valanghe, frane superficiali, caduta massi e alluvioni (Chauvin *et al.*, 1994; Motta e Haudemand, 2000; Brang *et al.*, 2001).

La maggior parte delle vallate alpine non sarebbe abitabile in modo permanente se, lungo i versanti di queste, non fossero presenti le foreste. In questi ultimi decenni i tradizionali rapporti esistenti localmente tra uomo e foresta sono stati però profondamente modificati. Le attività tradizionali legate al settore primario sono diminuite così come l'interesse nei confronti della funzione produttiva della foresta; nello stesso tempo la costruzione di nuovi insediamenti in aree un tempo non urbanizzate, l'esigenza del mantenimento costante della viabilità stradale e ferroviaria nel corso di tutto l'anno, le nuove attività produttive e turistiche invernali hanno aumentato notevolmente le esigenze di protezione dell'uomo nei confronti della foresta (Motta *et al.*, 2003; Dorren *et al.*, 2004b; Brang *et al.*, 2006).

La funzione protettiva è svolta con diverse modalità ed è

indirizzata a diversi aspetti ed elementi sia dell'ecosistema forestale, sia delle attività e degli interessi dell'uomo.

Una prima modalità di protezione (funzione di protezione generica o indiretta) è quella che la foresta svolge nei confronti della conservazione del suolo dall'erosione diffusa o incanalata. Questa è svolta da tutti i popolamenti forestali, ma è più o meno importante in funzione di giacitura, pendenza, morfologia e condizioni geopedologiche. In conseguenza di questo ruolo generico di protezione e della maggiore importanza che la funzione produttiva aveva nel passato, in Italia si è spesso utilizzato il termine "foresta di protezione" per tutte quelle foreste che non svolgono una prioritaria funzione produttiva. In questi popolamenti di solito non si prevedeva alcun intervento selvicolturale oppure questi erano prudenti e localizzati. Nelle foreste di montagna, proprio in rapporto al valore economico dei boschi, si assegnava una funzione produttiva ai popolamenti forestali localizzati più a bassa quota e più accessibili e una funzione protettiva a quelli localizzati più ad alta quota o meno accessibili.

Una seconda modalità di protezione (funzione di protezione diretta) è quella che la foresta svolge nei confronti dei pericoli naturali: valanghe, caduta massi, scivolamenti superficiali e lave torrentizie (Fig.1). In questo caso la foresta agisce sia impedendo il verificarsi dell'evento, sia mitigandone l'effetto (Ott *et al.*, 1997). Il ruolo della foresta non ha la stessa importanza e non agisce nello stesso modo nei confronti di tutti i pericoli naturali. In assenza dell'uomo i pericoli naturali possono essere considerati normali fattori di disturbo che agiscono nell'ambito della

dinamica dell'ecosistema. La presenza umana è il fattore discriminante in quanto, in questo caso, la foresta protegge direttamente l'uomo, le sue attività e i suoi interessi.

La "funzione di protezione diretta" si compone quindi di tre elementi: a) un pericolo naturale; b) un popolamento forestale in grado di impedire il manifestarsi del pericolo naturale o di mitigarne gli effetti; c) la presenza dell'uomo: insediamenti, attività economiche e vie di comunicazione (Motta, 1998; Schönerberger, 2000).

Quando si parla di pericolo naturale, si intende un processo naturale potenziale o in evoluzione che può produrre effetti negativi per l'uomo o per l'ambiente (Dorren *et al.*, 2004a; Dorren *et al.*, 2005). Non tutti i pericoli naturali interagiscono allo stesso modo con le foreste. Nella presente trattazione, sono stati presi in considerazione quei pericoli suscettibili di essere controllati o mitigati dalla presenza di una copertura forestale avente determinate caratteristiche strutturali, vale a dire: caduta massi, valanghe, lave torrentizie e scivolamenti superficiali. Ogni pericolo naturale è caratterizzato da un'area di insidenza, da una magnitudo potenziale e da una probabilità temporale che un evento di una data intensità si verifichi in un determinato periodo di tempo (tempo di ritorno).

In molti casi la presenza del bosco, di fatto, impedisce il manifestarsi del pericolo naturale e, quindi, la definizione di pericolo include la potenzialità del suo verificarsi in assenza di bosco.

Le foreste di montagna sono ecosistemi ecologicamente stabili. La stabilità, da un punto di vista ecologico, può essere definita come la capacità di un ecosistema di rimanere nelle condizioni esistenti o di ritornare a queste dopo un disturbo. La stabilità può essere suddivisa in due componenti: la resilienza e la resistenza (Brang, 2001; Dorren *et al.*, 2004b); la resilienza è la capacità di un ecosistema di riacquistare le caratteristiche originarie dopo un disturbo; la resistenza è la capacità di un ecosistema di contrastare un disturbo. La resistenza e la resilienza di uno stesso popolamento forestale cambiano nelle varie fasi di sviluppo.

La stabilità è riferita all'intero ecosistema e permette a questo di perpetuarsi, ma è relativa rispetto al tempo ed allo spazio in quanto su una singola unità di superficie si avvicendano diversi tipi di struttura e di vegetazione. La continuità dell'ecosistema forestale non deve, pertanto, essere confusa con il mantenimento del singolo popolamento, che è, invece, soggetto a periodiche distruzioni che fanno parte della normale ciclicità delle foreste naturali. I fattori che provocano il crollo dei popolamenti forestali sono i disturbi naturali, definiti come ogni evento che si manifesta in modo discontinuo nel tempo, che modifica la struttura dell'ecosistema, della comunità o della popolazione oppure le caratteristiche fisiche e funzionali dell'ecosistema (Franklin *et al.*, 2002; Frelich, 2002; Splechtna e Gratzner, 2005). Le varie funzioni che il bosco assolve risultano essere espletate al massimo in alcune fasi evolutive dei processi dinamici che avvengono a scala di popolamento, mentre sono svolte con minore efficacia o disattese in altre. Il mantenimento, in modo efficace e costante, dell'attitudine a svolgere la funzione protettiva a livello del singolo popolamento è possibile solo attraverso l'applicazione di cure e tagli colturali (Brang *et al.*, 2001; Brang *et al.*, 2006).

Questo fatto è particolarmente importante per la prote-

zione diretta, che può essere svolta efficacemente solo da popolamenti forestali aventi determinate caratteristiche (tra cui composizione, densità, stratificazione, tessitura) in funzione dei pericoli naturali presenti (Vacchiano *et al.*, 2008).

Gli interventi selvicolturali nei boschi con prevalente funzione protettiva sono spesso interventi a macchiatico negativo e onerosi, in quanto questi popolamenti sono comunemente situati in condizioni di elevata pendenza e, in genere, limitata fertilità e gli interventi previsti sono localizzati, distanziati nel tempo e non garantiscono una adeguata (dal punto di vista quantitativo e qualitativo) raccolta di legname.

Gli interventi in questo tipo di foreste sono quindi orientati al contenimento dei costi e, per questo motivo, sono stati anche indicati con il termine "cure minime", volendo significare gli interventi necessari a raggiungere un livello minimo di efficacia protettiva del bosco compatibile con gli oggetti da proteggere (Motta, 1994; Wasser *et al.*, 1996; Frehner *et al.*, 2005).

2. CARTA DELLE FORESTE DI PROTEZIONE

L'individuazione cartografica delle foreste di protezione diretta risulta essere un utile strumento di pianificazione selvicolturale a larga scala, consentendo di delimitare in termini quantitativi e qualitativi quei popolamenti che prioritariamente dovranno essere monitorati ed analizzati e che, se lo stato attuale della foresta non è in grado di fornire il livello di protezione necessario, dovranno essere soggetti a interventi selvicolturali.

Una delle azioni del progetto Interreg IIIA menzionato è consistita nella realizzazione della carta delle foreste di protezione diretta della Regione Autonoma Valle d'Aosta.

E' proprio in una regione come la Valle d'Aosta, in cui oltre il 90% del territorio si trova ad una quota superiore ai 1000 m s.l.m. e quasi il 60% oltre i 2000 m s.l.m. e la copertura forestale si attesta intorno al 30% della superficie regionale, che la gestione delle foreste di protezione assume un'importanza fondamentale, vista anche la vocazione turistica dell'area.

La redazione di tale cartografia è avvenuta attraverso la realizzazione di una metodologia semiautomatica basata sul lavoro pubblicato da Meloni *et al.* (Meloni *et al.*, 2005) modificato, integrato ed ulteriormente automatizzato.

Lo studio ha considerato la funzione di protezione della foresta soltanto nelle zone di distacco o di innesco potenziale di caduta massi e valanghe.

Come dati di partenza, sono stati utilizzati i livelli informativi forniti dal servizio cartografico regionale della Valle d'Aosta in formato numerico (CTRN, DTM a maglia di 10 metri, Foto aeree volo IT2000).

Gli elementi da proteggere sono stati individuati estraendo dalla cartografia tecnica regionale le infrastrutture (centri abitati, insediamenti produttivi e turistici, comprese le piste da sci) utilizzate in modo permanente e le vie di comunicazione principali. In considerazione delle caratteristiche del territorio valdostano, del suo elevato grado di antropizzazione e delle destinazioni funzionali individuate nei piani di assestamento forestale, l'Amministrazione regionale ha escluso dalla cartografia gli obiettivi da proteggere non aventi un carattere di alta priorità (abitazioni stagionali e loro vie di comunicazione e collegamento, strade

poderali e ad accesso limitato, zone agricole e pascoli, linee elettriche e aree prossime a insediamenti permanenti e stagionali).

Per la lettura, l'elaborazione e la restituzione grafica dei dati, sono stati utilizzati strumenti GIS (Arcview 3.1 e ArcGis 8.3 della ESRI, software TN ShArc 4.1 di Terra Nova); per alcune elaborazioni si è utilizzato un software di disegno tecnico (AutoCAD 2004).

Dall'elaborazione di questa cartà emerso che, in Valle d'Aosta, la superficie complessiva delle foreste di protezione diretta è di 44.019 ha, pari al 49% circa della superficie forestale regionale (Tab. 1) (Meloni *et al.*, 2006).

La cartografia ottenuta (Fig. 2), grazie alla metodologia semiautomatica impiegata, potrà essere prontamente aggiornata ogni qualvolta vengano prodotti o riqualificati i differenti livelli informativi, sia per quel che concerne i cambiamenti della copertura forestale, sia per quelli relativi agli elementi da proteggere.

3. ATTITUDINE DEI POPOLAMENTI FORESTALI A SVOLGERE LA FUNZIONE PROTETTIVA

Rispetto alla gestione selvicolturale mirata ad ottenere altri servizi e prodotti forestali, quella dei popolamenti di protezione comporta una particolare responsabilità, in quanto da essa dipende la tutela di vite umane o comunque di beni il cui valore è ben superiore a quello del legname ottenibile. In molti casi la corretta gestione del bosco a fini produttivi da sola non è in grado di assicurare, in via transitoria o anche permanente, il grado di protezione richiesto. Le caratteristiche di mescolanza ed evolutive dei popolamenti possono non raggiungere i "requisiti minimi" necessari ad assicurare un'efficace protezione.

Al personale tecnico forestale spetta il compito di evidenziare il contributo potenziale della foresta, definire le misure adeguate per incrementarlo e, ove necessario, ricorrere a manufatti specifici complementari di concerto con le altre professionalità coinvolte nella gestione del territorio di montagna.

I parametri di stabilità, per ottenere una protezione ideale dai pericoli naturali, spesso non sono compatibili con i condizionamenti stagionali e con l'ecologia delle specie presenti; anche nelle foreste naturali le caratteristiche strutturali adeguate alle esigenze di protezione sono presenti solo in alcune delle fasi della dinamica forestale.

Alla base di un'appropriata gestione selvicolturale è necessario descrivere e valutare l'attitudine dei popolamenti forestali a svolgere la funzione protettiva richiesta (Regione Autonoma Valle d'Aosta and Regione Piemonte, 2006).

Per far ciò è indispensabile conoscere una complessa serie di informazioni scientifiche, tecniche e pratiche, quali: tipi forestali, informazioni e dati inventariali, dendrometrici e stagionali. L'attenta osservazione e l'esperienza del selvicoltore, abbinate alla ricerca storica dell'evoluzione naturale e/o gestionale del popolamento, costituiscono poi il necessario complemento nell'analisi del contesto boschivo preso in esame.

Per operare in boschi di protezione, sono inoltre necessarie ulteriori informazioni specifiche. A tale proposito le sperimentazioni sui pericoli naturali attuate in maniera mirata e settoriale da Enti, Gruppi ed istituti di ricerca francesi (CEMAGREF e ONF) e svizzeri (WSL, GSM, OFEFP e

altri), hanno costituito un'importante base conoscitiva. Questa, integrata con le esperienze maturate in Piemonte e Valle d'Aosta, ha permesso di codificare preziose informazioni circa le caratteristiche che deve possedere un popolamento forestale per far fronte ai pericoli naturali.

Lo strumento operativo nato da questa sinergia, e messo a punto del corso del progetto "Gestion durable des forêts de montagne à fonction de protection" è la *Scheda di descrizione e valutazione del ruolo protettivo del popolamento* (Fig. 3), che costituisce un adattamento dell'analoga scheda svizzera, predisposta per la prima volta nel 1996 e integrata e rivista nel 2005 dall'istituto OFEFP. La versione italiana è stata rivisitata in funzione delle condizioni stagionali e delle conoscenze relative alle Alpi occidentali.

La scheda permette di valutare il popolamento forestale e, comparando i dati in possesso, di formulare una previsione di evoluzione in assenza di interventi nel breve e medio termine, la quale porta a determinare la necessità o meno d'intervento.

La logica con cui si procede alla sua compilazione è legata alla necessità di razionalizzare le analisi ed avanzare per tappe successive verso la decisione di intervenire o meno e in che modo.

4. CASI DI STUDIO

Le esperienze necessarie alla redazione del manuale sono state acquisite attraverso lo studio delle foreste di protezione, osservando e analizzando situazioni reali presenti sul territorio e istituendo una rete di monitoraggio a lungo termine, composta di una serie di aree di saggio permanenti (mediamente di 0,5 ha ciascuna) definite "Casi di studio" (Regione Autonoma Valle d'Aosta and Regione Piemonte, 2006).

La scelta della loro localizzazione è avvenuta con l'obiettivo di poter studiare e rappresentare le principali categorie forestali che rivestono un ruolo importante nell'ambito delle foreste di protezione diretta in Piemonte e Valle d'Aosta. La loro realizzazione ha consentito di studiare in modo approfondito la struttura del popolamento forestale e di poterne prevedere il successivo monitoraggio.

Le informazioni raccolte in ogni caso di studio hanno costituito un esempio di base conoscitiva dalla quale poter sviluppare una corretta pianificazione selvicolturale per le foreste che vedono nella funzione protettiva l'obiettivo principale di gestione.

Le reali problematiche gestionali di questi boschi sono state, quindi, affrontate concretamente nel corso di una serie di incontri di formazione tra tecnici forestali di diverso livello coinvolti nel progetto. Durante i corsi, a seguito dell'analisi del popolamento, sono stati valutati i possibili interventi, poi realizzati concretamente a scopo sperimentale a cura dei Servizi forestali regionali (Fig. 4; Tab. 2).

5. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Il confronto tra forestali, ricercatori ed amministratori nel settore occidentale delle Alpi ha messo in evidenza che, tra le funzioni svolte dalla foresta, la funzione protettiva è attualmente quella prioritaria.

È emersa quindi la necessità di individuare oggettivamente quali popolamenti possono essere definiti "di protezione", con particolare riferimento alla protezione "diret-

ta". Nello stesso tempo si sono avviati un confronto e una ricerca applicata al fine di giungere ad una prima definizione di alcuni parametri strutturali (su base tipologica) che permettono ai diversi popolamenti forestali di svolgere con efficacia questa funzione.

La carta delle foreste che svolgono una funzione di protezione diretta (portata a termine per la Regione Autonoma Valle d'Aosta ed in corso di completamento per il Piemonte) rappresenta quindi un primo passo per la definizione dell'ambito territoriale della protezione. La carta costituisce uno strumento importante non solo per la gestione forestale e per la definizione delle priorità di intervento, ma anche per la gestione del territorio e di indirizzo dei finanziamenti pubblici, a scala regionale e comunale.

Il Manuale di selvicoltura nelle foreste di protezione (Regione Autonoma Valle d'Aosta, Regione Piemonte, 2006 - Selvicoltura nelle foreste di protezione. Esperienze ed indirizzi gestionali in Piemonte e Valle d'Aosta. Compagnia delle foreste, Arezzo, pp. 224) rappresenta invece un primo passo per la definizione dei parametri strutturali (più correttamente di un intervallo di valori per ogni parametro) che devono avere i popolamenti forestali per svolgere con efficacia il ruolo protettivo (in funzione del pericolo naturale) e per la definizione degli interventi selvicolturali finalizzati a mantenere o migliorare l'attitudine protettiva.

Occorre sottolineare che il lavoro svolto non si vuole configurare come un punto di arrivo, ma piuttosto rappresenta lo stato attuale delle conoscenze in un processo in itinere. Le conoscenze acquisite e le modalità di intervento selvicolturali proposte sono sottoposte a continue modifiche ed integrazioni sulla base dell'esperienza, dei risultati ottenuti nelle diverse aree di studio e di nuovi dati che possono essere messi a disposizione dalla ricerca, quali, ad esempio, caratteristiche dei popolamenti forestali in grado di impedire il distacco delle valanghe o caratteristiche strutturali dei popolamenti forestali al fine di impedire o mitigare la caduta di massi (Brauner *et al.*, 2005; Dorren *et al.*, 2005; Rammig *et al.*, 2006).

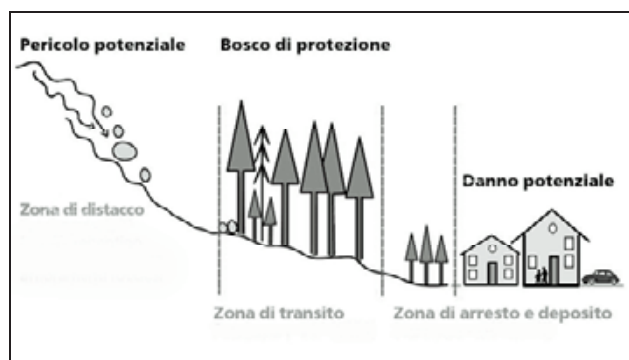


Figura 1. Esempio di "funzione di protezione diretta" svolta da una foresta.
Figure 1. Example of forest with direct protective role.
Figure 1. Exemple de "fonction de protection directe" exercée par une forêt.

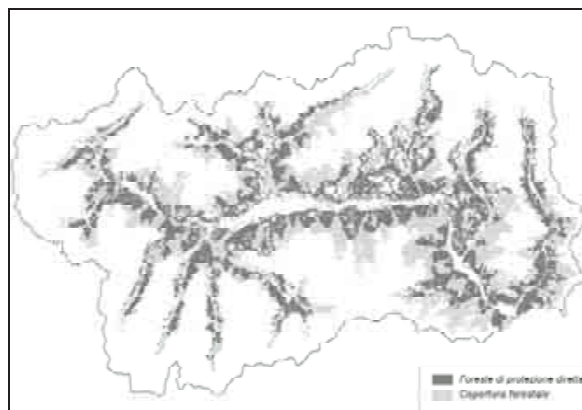


Figura 2. Carta delle foreste di protezione diretta della Valle d'Aosta.
Figure 2. Map of the direct protective forests of the Aosta Valley.
Figure 2. Carte des forêts de protection directe de la Vallée d'Aoste.

Descrizione del sito di protezione		Indice di descrizione e valutazione del ruolo protettivo del popolamento			
1. Tipo foresta (Bosco)		2. Tipo di pericolo		3. Tipo di intervento	
4. Tipo di protezione (Bosco)		5. Tipo di intervento (Bosco)		6. Tipo di intervento (Bosco)	
1.1. Categoria forestale (Bosco)	1.2. Categoria forestale (Bosco)	2.1. Tipo di pericolo (Bosco)	2.2. Tipo di pericolo (Bosco)	3.1. Tipo di intervento (Bosco)	3.2. Tipo di intervento (Bosco)
4.1. Tipo di protezione (Bosco)	4.2. Tipo di protezione (Bosco)	5.1. Tipo di intervento (Bosco)	5.2. Tipo di intervento (Bosco)	6.1. Tipo di intervento (Bosco)	6.2. Tipo di intervento (Bosco)

Figura 3. Scheda di descrizione e valutazione del ruolo protettivo del popolamento (inserita nel manuale "Selvicoltura nelle foreste di protezione – Esperienze e indirizzi gestionali in Piemonte e Valle d'Aosta"; scaricabile gratuitamente in formato .pdf dal sito: <http://www.regione.piemonte.it/cgi-bin/montagna/publicazioni/frontoffice/index.cgi>, oppure in formato cartaceo, previa richiesta scritta all'indirizzo e-mail: j.haudemand@regione.vda.it).

Figure 3. Form used to describe and analyse the protective role of the forest stand.

Figure 3. Fiche de description et d'évaluation de la fonction de protection du peuplement.

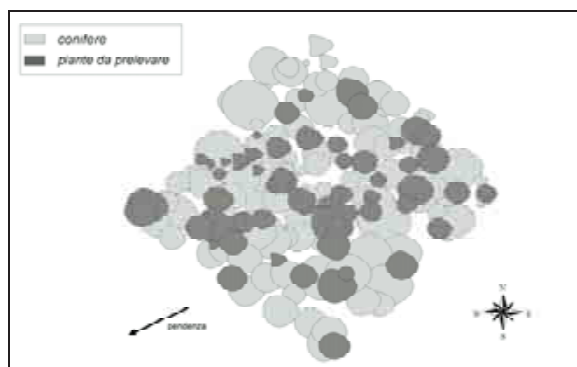


Figura 4. Esempio di un intervento in una foresta di protezione diretta ("caso di studio" Saint-Rhémy-en Bosses, Valle d'Aosta).
Figure 4. Example of a silvicultural intervention carried out in the Saint-Rhémy-en Bosses study case.
Figure 4. Exemple d'une intervention dans une forêt de protection directe (étude effectuée à Saint-Rhémy-en Bosses, Vallée d'Aoste).




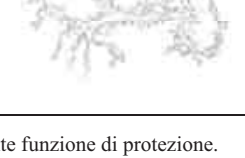
	<i>Superfici</i>		<i>%</i>	<i>Protezione</i>
Territorio regionale	326.400 ha			
Copertura forestale	89.539 ha		27.4% del territorio reg.	I° livello
Foreste su pendenze >40%	72.632 ha		81,1% della copertura forestale	II° livello
Foreste di protezione diretta	44.019 ha		49% della copertura forestale	III° livello

Tabella 1. Superficie forestale con prevalente funzione di protezione.
Table 1. Forests with protective role.
Tableau 1. Surface forestière avec fonction de protection prédominante.

	<i>Prima dell'intervento</i>	<i>Dopo l'intervento</i>	<i>% di prelievo</i>
Numero di piante/ha	620	408	34,2
Area basimetrica (m ²)	45,8	36,2	21,0
Volume medio (m ³)	372,0	301,0	19,1
Diametro medio (cm)	30,7	33,6	--
Altezza media (m)	24,2	24,5	--
Altezza dominante (m)	26,0	26,0	--

Tabella 2. Dati dendrometrici relativi alla simulazione d'intervento.
Table 2. Data about the forest stand before and after the intervention.
Tableau 2. Données dendrométriques relatifs à l'exemple d'intervention.

SUMMARY

FORESTS WITH DIRECT PROTECTIVE FUNCTION: DEFINITION, MAPPING AND ANALYSIS OF THEIR ABILITY TO PLAY A PROTECTIVE ROLE

Protection is of vital importance to human populations and activities in the European Alps. The most important features of a protective forest are its ability to reliably and continuously carry out its protective function and, if this is achieved, its ability to maintain its structure and vitality in the face of internal and external influences. This silvicultural goal represents the priority for the forest management.

The silvicultural tending applied in the direct protective forests are collectively referred to as "minimal tending" because they are addressed to ensure the necessary and effective interventions (especially when timber harvesting is not profitable). During last years a collaboration network among researchers, managers and stakeholders has been

established in the western Alps. The main output of this collaboration has been the development of a protocol to analyse the ability of the forest stands to carry out the protective function. Target stand conditions should be described as long-term (20-30 years) minimum conditions for effective protection at the stand level. The same protocol offers silvicultural guidelines to design site specific silvicultural interventions.

RÉSUMÉ

LES FORETS A FONCTION DE PROTECTION DIRECTE: DEFINITION, CARTOGRAPHIE ET ANALYSE DE LEUR APTITUDE A LA PROTECTION

Le maintien et la valorisation de la protection directe peuvent être réalisés avec l'application de traitements sylvicoles qui, en montagne, représentent une des priorités de l'aménagement et de la gestion forestière.

Ces interventions sont appelées “soins minimaux” car souvent elles ne visent pas à obtenir la condition idéale, mais la condition minimale qui permet d’assurer l’efficacité de la fonction de protection.

Au cours des dernières années les forestiers des Alpes occidentales italiennes, en étroite collaboration avec les collègues suisses et français, ont analysé différents cas concrets. Ils ont ensuite élaboré un protocole pour la définition et l’analyse de l’attitude des peuplements forestiers à exercer la fonction de protection (aven une perspective de 20-30 ans). Ce même protocole permet d’évaluer la priorité et les modalités d’intervention pour son maintien et sa valorisation.

BIBLIOGRAFIA

- Brang P., 2001 - *Resistance and elasticity: promising concepts for the management of protection forests in the European Alps*. Forest Ecology and Management, 145: 107-119.
- Brang P., Schönenberger W., Frehner M., Schwitter R., Thormann J.J., Wasser B., 2006 - *Management of protection forests in the European Alps: an overview*. Forest Snow and Landscape Research, 80: 23-44.
- Brang P., Schönenberger W., Ott E., 2001 - *Forests as protection from natural hazards*. In: Evans, J. (Ed.), The Forests Handbook, Vol. 2. Blackwell Science, Oxford, pp. 53-81.
- Brauner M., Weinmeister W., Agner P., Vospernik S., Hoesle B., 2005 - *Forest management decision support for evaluating forest protection effects against rockfall*. Forest Ecology and Management, 207: 75-85.
- Chauvin C., Renaud J.P., Rupe C., Leclerc D., 1994 - *Stabilité et gestion des forêts de protection*. Bulletin Technique Office National des Forêts, 27: 37-52.
- Dorren L., Berger F., le Hir C., Mermin E., Tardif F., 2005 - *Mechanisms, effects and management implications of rockfall in forests*. Forest Ecology and Management, 215: 183-195.
- Dorren L., Maier B., Seijmonsbergen H., Berger F., 2004a - *Rockfall, forest and human interactions in the European Alps*. In: International Symposium INTERPRAEVENT 2004, Riva (TN, Italy), pp. 13-23.
- Dorren L.K.A., Berger F., Imeson A.C., Maier B., Rey F., 2004b - *Integrity, stability and management of protection forests in the European Alps*. Forest Ecology and Management, 195: 165-176.
- Franklin J., Spies T.A., Pelt R.V., Carey A.B., Thornburgh D.A., Berg D.R., Lindenmayer D.B., Harmon M.E., Keeton W.S., Shaw D.C., Bible K., Chen J., 2002 - *Disturbance and structural development of natural forest ecosystems with silvicultural implications, using Douglas-fire forests as an example*. Forest Ecology and Management, 155: 399-423.
- Frehner M., Wasser B., Schwitter R., 2005 - *Gestion durable des forêts de protection. Soins sylvicoles et contrôle des résultats: instructions pratiques*. Office fédéral de l’environnement, des forêts et du paysage, Berne.
- Frelich L.E., 2002 - *Forest dynamics and disturbance regimes*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Meloni F., Lingua E., Motta R., 2005 - *Utilizzo di strumenti GIS per l’individuazione automatica delle foreste di protezione diretta in Valle d’Aosta*. In: 9a Conferenza Nazionale ASITA, Catania, pp. 1499-1504.
- Meloni F., Lingua E., Motta R., 2006 - *Analisi della funzione protettiva delle foreste: l’esempio della “Carta delle foreste di protezione diretta della Valle d’Aosta”*. Forest@, 3: 420-425.
- Motta R., 1994 - *Notes on mountain silviculture in Switzerland*. Note sulla selvicoltura di montagna in Svizzera, 49: 478-498.
- Motta R., 1998 - *Protection forests in the European Alps: sustainability of non-intervention and minimal tending measures*. In: IUFRO Inter-Divisional Seoul Conference, pp. 224-231.
- Motta R., Actis F., Collatin A., Dovigo L., Haudemand J.C., Lingua E., 2003 - *Silviculture of protection forests in the municipality of Cogne (Valle d’Aosta)*. Selvicoltura e foreste di protezione diretta nel comune di Cogne (Valle d’Aosta), 9: 9-15.
- Motta R., Haudemand J.C., 2000 - *Protective forests and silvicultural stability. An example of planning in the Aosta Valley*. Mountain Research and Development, 20: 180-187.
- Ott E., Frehner M., Frey H.U., Luscher P., 1997 - *Gebirgsnadelwälder*. Verlag Paul Haupt, Bern.
- Rammig A., Fahse L., Bugmann H., Bebi P., 2006 - *Forest regeneration after disturbance: a modelling study for the Swiss Alps*. Forest Ecology and Management, 222: 123-136.
- Regione Autonoma Valle d’Aosta, Regione Piemonte, 2006 - *Selvicoltura nelle foreste di protezione. Esperienze ed indirizzi gestionali in Piemonte e Valle d’Aosta*. Compagnia delle foreste, Arezzo, pp. 224
- Schönenberger W., 2000 - *Silvicultural problems in subalpine forests in the Alps*. In: Price M.F., Butt N., (Eds.), Forest in sustainable Mountain development: a state of knowledge report for 2000. CABI, Wallingford, pp. 197-203.
- Splechtna B.E., Gratzner G., 2005 - *Natural disturbances in Central European forests: approaches and preliminary results from Rothwald, Austria*. For. Snow Landsc. Res., 79: 57-67.
- Vacchiano G., Motta R., Long J.N., Shaw J.D., 2008 - *A density management diagram for Scots pine (Pinus sylvestris L.): a tool for assessing the forest’s protective effect*. Forest Ecology and Management, 255: 2542-2554.
- Wasser B., Frehner M., Frey H.U., Ott E., 1996 - *Cure minime per boschi con funzione protettiva*. Office fédéral de l’environnement, des forêts et du paysage, Berne.

GLI INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICO-FORESTALE NELLA PREVENZIONE DEI RISCHI NATURALI. LE LINEE DI AZIONE DELLA REGIONE PIEMONTE

(*) *Settore Idraulica forestale e tutela del territorio, Regione Piemonte, Alessandria*

La mitigazione degli effetti prodotti sul territorio dalle calamità naturali ed in particolare dalle piene dei torrenti è sempre stata una costante preoccupazione delle popolazioni di montagna. L'Amministrazione forestale è intervenuta mediante interventi di sistemazione idraulico-forestale che sono proseguiti fino alla metà degli anni sessanta operando attivamente per la conservazione del suolo e la regimazione delle acque. Successivamente l'abbandono delle opere ha comportato la perdita della funzionalità di quanto realizzato per mancanza di manutenzione.

L'obiettivo strategico: garantire adeguati livelli di sicurezza per la popolazione montana. La Regione Piemonte ha assunto come obiettivo strategico da perseguire quello volto a garantire adeguati livelli di sicurezza per la popolazione montana attraverso interventi mirati ad arginare la fragilità dei versanti, a preservare e a migliorare i livelli di stabilità delle terre e l'efficienza funzionale dei bacini idrografici e dei sistemi forestali. Questo obiettivo di carattere generale è raggiungibile mediante azioni volte ad *assicurare stabilità ai bacini montani attraverso una corretta opera di manutenzione del territorio.*

Il Piano di azione.

Linea di azione 1 - Analisi delle criticità, pianificazione e programmazione degli interventi.

Una prima linea di azione intrapresa è stata quella che riguarda la definizione della principali criticità unitamente alla programmazione degli interventi che va affrontata a livello di bacino idrografico.

Con la Deliberazione n. 38-8849 del 26 maggio 2008 la Giunta Regionale ha approvato gli *"Indirizzi tecnici in materia di manutenzioni e sistemazioni idrogeologiche e idraulico forestali"* che prevedono la programmazione unitaria degli interventi di sistemazione e manutenzione idrogeologica ed una razionalizzazione delle procedure tecnico-amministrative per la realizzazione degli interventi. Gli *"Indirizzi tecnici"* prevedono la redazione da parte delle Comunità Montane del *"Programma di interventi di sistemazione idrogeologica e manutenzione montana"* (PISIMM) che costituisce l'insieme delle proposte di intervento associate alle diverse criticità individuate sulla base delle indagini effettuate nell'ambito del bacino montano di riferimento. La stessa Deliberazione conferisce inoltre al *"Coordinamento regionale manutenzione alvei e bacini montani"* il compito di predisporre un rapporto annuale informativo sullo stato della manutenzione e sistemazione di bacini montani e sull'attuazione degli interventi.

Linea di azione 2 - Costante manutenzione dei bacini montani ed azione protettiva delle foreste.

Gli alvei e i versanti devono essere oggetto di un'azione mirata di manutenzione e monitoraggio condotta con costanza e gradualità in un quadro di compatibilità ambientale degli interventi.

Il bosco di versante mantiene e migliora il grado di protezione verso persone e beni di valore considerevole, diminuendo il rischio derivante dai pericoli naturali, e contribuisce allo sviluppo territoriale, economico e sociale delle regioni di montagna. La gestione attiva del bosco protettivo, intesa come la manutenzione di un'opera di salvaguardia onnipresente, è un fattore significativo e determinante della sicurezza del nostro territorio.

Parole chiave: pianificazione, sicurezza, manutenzione.

Key words: planning, security, maintenance.

Mots clés: planification, sécurité, maintenance.

La mitigazione degli effetti prodotti sul territorio dalle calamità naturali ed in particolare dalle piene dei torrenti è sempre stata una costante preoccupazione delle popolazioni di montagna, per la continua minaccia e le innumerevoli situazioni di pericolo a cui sono esposte. *"Il dissesto idrogeologico"* (termine impropriamente entrato, ormai, nella definizione più vasta del problema) ha origine dall'azione dello scorrimento delle acque superficiali e sotterranee e si manifesta nelle forme più evidenti attraverso l'erosione torrentizia e le frane.

Già dal XIX secolo, quindi, l'Amministrazione forestale è intervenuta mediante interventi di sistemazione idraulico-forestale che sono proseguiti fino alla metà degli anni sessanta operando attivamente per la conservazione del suolo

e la regimazione delle acque, eseguendo rimboschimenti diffusi ed importanti opere di bonifica montana, in quanto, in linea di principio, alla sistemazione della montagna e della collina era riconosciuto un ruolo essenziale nella difesa della pianura. Successivamente l'abbandono delle opere per i profondi mutamenti nella società ha comportato la perdita della funzionalità di quanto realizzato per mancanza di manutenzione.

Occorre oggi intervenire particolarmente nelle zone montane, ove più estesi ed intensi sono i fenomeni d'instabilità, con la coscienza che la sistemazione della parte superiore dei bacini idrografici non assume solo un valore intrinseco, ma comporta il miglioramento delle condizioni idrauliche a valle. Con interventi di tipo diffuso sul

territorio si può ottenere una maggiore efficacia delle misure di riduzione del rischio geomorfologico-idraulico, poiché si agisce sulla riduzione della probabilità di accadimento dell'evento calamitoso e sulla riduzione dell'intensità dello stesso.

L'OBIETTIVO STRATEGICO: GARANTIRE ADEGUATI LIVELLI DI SICUREZZA PER LA POPOLAZIONE MONTANA

La Regione Piemonte ha assunto come obiettivo strategico da perseguire quello volto a garantire adeguati livelli di sicurezza per la popolazione montana, attraverso interventi mirati ad arginare la fragilità dei versanti, a preservare e a migliorare i livelli di stabilità delle terre e l'efficienza funzionale dei bacini idrografici e dei sistemi forestali.

Questo obiettivo di carattere generale è raggiungibile in primo luogo mediante azioni volte ad *assicurare stabilità ai bacini montani attraverso una corretta opera di manutenzione del territorio*.

IL PIANO DI AZIONE

Linea di azione 1 - Analisi delle criticità, pianificazione e programmazione degli interventi.

Una prima linea di azione intrapresa è stata quella che riguarda la definizione della principali criticità unitamente alla programmazione degli interventi che va affrontata a livello di bacino idrografico.

Con la Deliberazione n. 38-8849 del 26 maggio 2008 la Giunta Regionale ha approvato gli *"Indirizzi tecnici in materia di manutenzioni e sistemazioni idrogeologiche e idraulico forestali"* che prevedono la programmazione unitaria degli interventi di sistemazione e manutenzione idrogeologica ed una razionalizzazione delle procedure tecnico-amministrative per la realizzazione degli interventi. Gli *"Indirizzi tecnici"* prevedono in applicazione della l.r. 16/99 (Testo unico delle leggi sulla montagna) la redazione da parte delle Comunità Montane del *"Programma di interventi di sistemazione idrogeologica e manutenzione montana"* (PISIMM) che, coerente agli indirizzi di pianificazione adottati dall'Autorità di Bacino del Fiume Po, costituisce l'insieme delle proposte di intervento associate alle diverse criticità individuate sulla base delle indagini effettuate nell'ambito del bacino montano di riferimento tenendo conto anche delle indicazioni derivanti dal *"Progetto Manumont di Piano direttore per la manutenzione del territorio montano"* e dalle relative linee guida predisposto dall'Autorità di Bacino del Fiume Po; esso è ordinato secondo criteri di priorità conseguenti all'urgenza e al grado di rischio connesso.

La Regione Piemonte attraverso il Settore idraulica forestale e tutela del territorio e il *"Coordinamento regionale manutenzione alvei e bacini montani"*, in accordo con gli Enti territoriali e le Autorità d'Ambito coordina e concorre al finanziamento degli interventi, promuove la predisposizione di iniziative specifiche e programmi finalizzati alla manutenzione del territorio montano e collinare allo scopo di assicurare agli stessi tutela delle risorse naturali, stabilità e sicurezza. I finanziamenti ordinari a disposizione per la realizzazione degli interventi, derivanti dalla normativa regionale di settore, si attestano mediamente sui 23 milioni Euro/anno.

La stessa Deliberazione conferisce inoltre al *"Coordinamento regionale manutenzione alvei e bacini montani"* il compito di predisporre un rapporto annuale informativo sullo stato della manutenzione e sistemazione di bacini montani e sull'attuazione degli interventi.

Il *"Coordinamento regionale manutenzione alvei e bacini montani"* nel quale sono rappresentate le direzioni regionali competenti in materia di opere pubbliche difesa del suolo e foreste, ambiente, risorse idriche, il Corpo Forestale e l'ARPA Piemonte ha i seguenti scopi:

- studio e analisi degli aspetti tecnici e procedurali della materia inerente la manutenzione, sistemazione e riqualificazione dei bacini montani e collinari, versanti e relativi corsi d'acqua;
- valutazione tecnico-amministrativa e analisi relativa alla pianificazione e alla programmazione degli interventi di settore;
- studio ed elaborazione di atti normativi e procedurali in materia richieste dagli organi regionali e statali;
- collaborazione con le Direzioni Regionali, gli Enti territoriali e le Autorità competenti per la pianificazione degli interventi, la definizione dei programmi e la realizzazione di specifici sistemi informativi.

Linea di azione 2 - Costante manutenzione dei bacini montani ed azione protettiva delle foreste.

Gli alvei e i versanti devono essere oggetto di un'azione mirata di manutenzione e monitoraggio condotta con costanza e gradualità in un quadro di compatibilità ambientale degli interventi.

Nell'ambito dei bacini montani il bosco svolge una funzione strategica nella difesa del suolo contrastando l'azione disgregatrice degli agenti atmosferici, in particolare delle precipitazioni, tramite azioni di tipo meccanico e di tipo idrologico.

Il ruolo di una copertura vegetale può risultare comunque essenziale ai fini della stabilità anche nelle situazioni geomorfologiche più sfavorevoli (forti pendenze, substrati erodibili, ecc.), ove l'azione protettiva di una copertura arbustiva o erbacea piuttosto che arborea può risultare determinante ai fini della prevenzione del dissesto idrogeologico.

Esiste quindi un effetto importante dei popolamenti forestali sul ciclo idrologico riconducibile a due azioni fondamentali:

- l'alta efficienza dei popolamenti forestali nell'evaporazione dell'acqua intercettata che contribuisce ad una significativa riduzione dei deflussi;
- il ruolo dei suoli forestali evoluti con il risultato di una azione regimante sui fenomeni di piena, essenziale ai fini della riduzione del rischio idrogeologico.

Il bosco di versante mantiene e migliora il grado di protezione verso persone e beni di valore considerevole, diminuendo il rischio derivante dai pericoli naturali, e contribuisce allo sviluppo territoriale, economico e sociale delle regioni di montagna. La gestione attiva del bosco protettivo, intesa come la manutenzione di un'opera di salvaguardia onnipresente, è un fattore significativo e determinante della sicurezza del nostro territorio. Spesso però le aree in cui hanno origine gli eventi naturali pericolosi sono situate al di fuori delle foreste e richiedono degli interventi e opere di sistemazione: la loro esecuzione è strettamente comple-

mentare alla funzione protettiva del bosco ed è quindi necessaria una programmazione che consenta una visione d'insieme a livello di bacino montano.

La manutenzione dei bacini montani, attraverso gli interventi di sistemazione idraulico-forestale e la cura dei boschi di protezione è quindi uno strumento fondamentale per la riduzione del degrado ambientale e del rischio per le persone, le cose ed il patrimonio naturale, nonché per la riqualificazione delle zone svantaggiate, anche con positive ricadute in termini occupazionali.

I vantaggi derivanti da un programma regionale di manutenzione con interventi diffusi ed estensivi si possono così sintetizzare:

- diminuzione di interventi strutturali per la riduzione del rischio, in quanto gli interventi nella parte superiore del bacino contrastano il fenomeno erosivo, laddove inizia a manifestarsi, con azioni di piccola entità, ma comunque efficaci nel risolvere il problema all'origine;
- miglioramento dell'efficienza delle sistemazioni idraulico-agrarie ed idraulico-forestali, con la manutenzione di quelle realizzate in passato parallelamente ad una riqualificazione di un patrimonio esistente, ormai inserito nel contesto socioeconomico e paesaggistico del territorio;
- recupero ambientale delle aree instabili e rinaturazione

dei territori montani e collinari degradati, con il conseguente aumento della biodiversità;

– miglioramento delle condizioni socioeconomiche delle aree interne della montagna, attuando le finalità della legge della montagna in quanto le azioni di manutenzione tutelano e promuovono il patrimonio ambientale e sviluppano le attività economiche nelle aree depresse;

– realizzazione di nuovi posti di lavoro diffusi sul territorio, in quanto viene creata occupazione in zone in fase di spopolamento, con l'utilizzo di tecniche che utilizzano i materiali locali, quali quelle dell'ingegneria naturalistica, che sono generalmente ad alto contenuto di manodopera.

In un territorio da secoli fortemente antropizzato com'è quello della montagna piemontese occorre operare affinché sia mantenuta una situazione di equilibrio a livello di bacino idrografico che è garanzia indispensabile per la presenza umana sul territorio e per lo sviluppo delle sue attività. Ma affinché l'azione sia efficace occorre che le fasi di pianificazione, programmazione e gestione degli interventi siano strettamente coordinate, in questi ambiti la Regione Piemonte svolge un ruolo guida ed è profondamente impegnata per garantire la sicurezza della popolazione e del territorio montano.



Foto 1. Assicurare stabilità ai bacini montani attraverso una corretta opera di manutenzione.



Foto 2. Mantenere in efficienza le opere di sistemazione idraulico-forestale.



Foto 3. Garantire cura al bosco di protezione.

IL RUOLO DELLA SELVICOLTURA NELLA GESTIONE DELLA VEGETAZIONE RIPARIALE

(*) Dipartimento di Scienze e Tecnologie Ambientali Forestali, Università degli Studi di Firenze

Dopo aver evidenziato l'importante ruolo ecologico della vegetazione ripariale e gli stretti rapporti intercorrenti con il corso d'acqua, vengono messi in evidenza gli effetti negativi che, in un ambiente antropizzato, possono derivare dall'ostacolo allo scorrimento dell'acqua esercitato dall'ingombro di piante vive o a terra e dall'accumulo di necromassa. Viene illustrata la normativa che regola la materia, sia a livello di direttive Comunitarie che legislativo nazionale e regionale (Regione Toscana) dove, pur assumendo come obiettivo prioritario la limitazione del rischio idraulico, ci si pone anche quello della salvaguardia dell'intero ecosistema fluviale. In questo contesto sono esaminate le possibilità offerte dagli strumenti della selvicoltura nel conciliare le diverse esigenze con la sicurezza idraulica. Vengono proposte delle tecniche generali di intervento, che si rifanno ad un modello ecologicamente sostenibile e differenziate in funzione del rapporto tra vegetazione e portate di piena. Si affrontano infine i temi connessi al costo, alla pianificazione dei lavori e alla possibilità di utilizzazione della produzione legnosa.

Parole chiave: vegetazione ripariale, gestione sostenibile, interventi culturali.

Key words: riverbank vegetation, sustainable management, cultural treatments.

Mots clés: végétation des berges, aménagement soutenable, soins cultureux.

1. PREMESSA

Le caratteristiche della vegetazione che copre le sponde dei corsi d'acqua, condizionano non solo gli aspetti ecologici dell'ecosistema fluviale ma, in maniera più o meno marcata, anche quelli strettamente idraulici (Giller e Malmqvist, 1998; Pedrotti e Gafta, 1996; Hickin, 1984; Van note *et al.*, 1980; Hey, 1979)

Sul ruolo ecologico della vegetazione di alveo molto è stato scritto e gli studiosi concordano nell'attribuirle un ruolo fondamentale nei processi di arricchimento della diversità delle biocenosi (Allan, 1995; AA.VV., 1992; CIRF, 2006; Ciutti e Cappelletti, 2006) mentre, per quanto riguarda le interazioni tra il flusso idraulico e la vegetazione, legnosa in particolare, scarseggiano le ricerche condotte "in campo" (Florinet, 2007) e comunque non abbondano nemmeno quelle, la maggior parte, organizzate su modelli (AA.VV., 1992; Masi *et al.*, 1991; Robinson, 2002; Carollo *et al.*, 2005; Guarnieri *et al.*, 2007; Chiaradia e Bischetti, 2007).

Inoltre se possono essere ritenute univoche le considerazioni di carattere fisico legate alla resistenza alla moto esercitata dall'ingombro di piante vive o a terra, non altrettanto si può dire sulla valutazione degli effetti - in particolare l'aumento locale del rischio di esondazione - che da questi ostacoli possono derivare (Cannata, 1994; Guarnieri *et al.*, 2006; Sansoni, 2006).

Ne consegue che spesso gli Enti preposti alla sorveglianza e manutenzione della rete idraulica si limitano alla periodica asportazione della componente arborea ed arbustiva senza troppo tener conto delle peculiari caratteristiche e delle potenzialità dell'ambiente in cui si opera (Lachat, 1991; AA.VV., 2000).

In questo contesto la selvicoltura si propone come strumento in grado di mediare tra le esigenze di carattere sociale, prima fra tutte la minimizzazione del rischio idraulico, e quelle ecologiche ed economiche, ricercando un compromesso tra obiettivi, spesso in conflitto, che vanno dalla sicu-

rezza, alla funzionalità ecologica, alla conservazione del paesaggio, alla fruizione ricreativa, alla conservazione delle risorse idriche (Barraqué, 1998; Baldo, 2007).

2. IL QUADRO NORMATIVO

A livello comunitario sono molteplici le direttive che riguardano anche la gestione degli *habitat* fluviali e della vegetazione ripariale. Fra le più importanti quella del 18 luglio 1978 (78/659/CEE), relativa alla qualità delle acque dolci, ma con ampi riferimenti all'ecosistema fluviale, e la Direttiva n. 92/43/CEE del 21 maggio 1992 relativa alla "Conservazione degli *habitat* naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche", comunemente denominata Direttiva "Habitat".

Con la "Water Framework Directive" (2000/60/CE), vengono enunciati alcuni principi fondamentali relativi anche alla conservazione e protezione degli ecosistemi acquatici, che viene concepita come una gestione a scala di bacino e non più per unità amministrative. La direttiva impegna gli Stati membri a promuovere il raggiungimento e il mantenimento di un buono stato di qualità di tutte le acque entro il 2015.

La legislazione nazionale in materia è stata nel tempo copiosa, ma con una grande frammentazione di soggetti e di competenze, da cui la difficoltà di approccio organico e globale. Senza tralasciare i riferimenti specifici contenuti nel R. D. 25 luglio 1904, occorre arrivare alla legge Merli (L. 319/76) sulla qualità delle acque, che per prima ha posto in evidenza la necessità di una pianificazione di settore a livello nazionale. Nella legge quadro sulla Difesa del Suolo (L.183/89), viene promossa un'attività pianificatoria di governo del territorio che va dalla sicurezza idraulica alla qualità ecologica degli ambienti fluviali.

Ma è con il DPR 14 aprile 1993 che si danno alle Regioni indirizzi specifici per gli interventi sulla vegetazione dei corsi d'acqua con specifiche indicazioni circa la rimozione

dagli alvei e sponde delle alberature che sono di ostacolo al regolare deflusso delle piene salvaguardando, ove possibile, la conservazione dei consorzi vegetali.

Il D.Lgs 152 del 1999 anticipa gli orientamenti comunitari della “Water Framework Directive” tra i quali l’obiettivo di mirare alla salvaguardia degli ecosistemi acquatici nella loro integrità (sponde, biota, sedimenti e acque), a prescindere dalla destinazione d’uso dell’acqua.

Infine il D.L. 152/2006 “Norme in materia ambientale” attribuisce competenze ai vari Enti Territoriali in materia di difesa del suolo.

Le normative regionali sulla regimazione idraulica e controllo della vegetazione di sponda non presentano tra loro sostanziali differenze, se non nel dettaglio delle tipologie e della tempistica degli interventi e soprattutto nell’attribuzione delle competenze operative ai vari Enti, attribuzioni che nella quasi totalità delle Regioni era stata deliberata precedentemente al D.L. 152/2006.

La Regione Toscana già agli inizi degli anni ’90 aveva istituito i Comprensori di bonifica attribuendo ai Consorzi – ove presenti – o alle Comunità montane, competenze in merito di progettazione, realizzazione e gestione delle opere di bonifica (L.R. 34/94).

Successivamente con la D.C.R. 155/1997 sono stati dettati precisi indirizzi in merito alla progettazione e alla tempistica degli interventi in materia di difesa idrogeologica esaltando da un lato la conservazione delle caratteristiche di naturalità della vegetazione ripariale ma subordinandolo, così come richiesto dal DPR del 1993, alla verifica della “compatibilità idraulica” intesa come limitazione del rischio di esondazione.

3. IL RUOLO DELLA SELVICOLTURA

La gestione della vegetazione ripariale deve necessariamente integrarsi nel contesto più ampio di quella dell’intero corso d’acqua, gestione quest’ultima che richiede competenze in settori diversi, culturalmente anche abbastanza distanti. Il primo ruolo della selvicoltura, e del forestale che la interpreta, è quindi quello di proporsi come elemento di mediazione e sintesi delle diverse problematiche emergenti, spesso in conflitto tra di loro, fornendo poi delle soluzioni colturali che possano assecondare una gestione multiobiettivo.

Tali soluzioni dovranno tener conto, a scale diverse, della maggiore o minore importanza dei diversi aspetti da considerare, alcuni dei quali sono di seguito brevemente discussi.

La sicurezza idraulica rappresenta l’esigenza più importante, dalla quale non è dato prescindere. La normativa obbliga infatti a interventi sulla vegetazione di sponda al fine di contenere il rischio idraulico, rischio che ovviamente deve essere commisurato al livello di antropizzazione presente.

Da questo punto di vista gli effetti benefici della presenza della vegetazione quali il consolidamento delle sponde, la trattenuta di sedimenti e detriti legnosi, l’aumento del tempo di corruzione, e in definitiva l’attenuazione dei picchi di piena riducono, a livello di bacino, il rischio di esondazione (CIRF, 2006).

Localmente però la resistenza al moto esercitata dall’ingombro da parte di piante vive o cadute e dall’accumulo di necromassa può contribuire ad innalzare

il livello dell’acqua ed aumentare tale rischio (Betti *et al.*, 2006; Preti e Bacci, 2004; Sansoni, 2006).

Sarebbe comunque illogico, oltre che molto costoso, pensare ad una selvicoltura che sempre e comunque voglia modellare la vegetazione di sponda riconducendola a dei modelli predefiniti, ancorché culturalmente sostenibili. Nei tratti dei corsi d’acqua non prossimi a zone urbanizzate o agricole, la funzione protettiva della vegetazione ripariale risulta esaltata dai suoi naturali processi evolutivi che conducono in genere ad un popolamento d’alto fusto integrato nella vegetazione arborea circostante, utile per la protezione delle sponde e ostacolo all’ingresso in alveo di piante radicate.

È opportuno quindi individuare prioritariamente i tratti di corso d’acqua che attraversano zone a più elevato livello di vulnerabilità (centri abitati, ponti, infrastrutture in genere) garantendo il mantenimento delle sezioni minime di deflusso, anche attraverso il taglio della componente arborea nelle fasce di pertinenza di magra (Preti e Guarnieri, 2005).

Sulle sponde sarà necessario avere una vegetazione elastica, che quando sommersa si possa agevolmente flettere riducendo poco la velocità dell’acqua, ma che allo stesso tempo protegga il suolo dall’erosione. Tali effetti possono essere assicurati, nel caso di vegetazione legnosa, da piante o polloni mantenuti in uno stato giovanile. Allontanandosi dall’alveo la necessità di elasticità tende a diminuire ma se da un lato una vegetazione densa e rigida ha un’ottima efficacia per la protezione del suolo, dall’altro può contribuire ad innalzare il livello dell’acqua. Singole piante al contrario riducono poco la velocità della corrente provocando però forti turbolenze che possono indurre processi erosivi (Florinet, 2007).

È quindi opportuno programmare gli interventi colturali periodici al fine di mantenere un gradiente strutturale che, partendo da piante più giovani e flessibili sulle sponde arrivi ad alberi, anche singoli, nelle zone più difficilmente inondabili mantenendo comunque una densità che permetta, dopo gli interventi, la ripresa dei processi di rinnovazione.

I tagli saranno più intensi nella zona dell’alveo di modellamento¹, con ceduzione dei polloni che costituiscono evidente ostacolo, per poi sfumare in tagli selettivi nelle zone interessate da piene con tempi di ritorno più elevati. Qui la scelta delle piante da abbattere cadrà su gli individui che, da un’analisi visiva, evidenziano segni di instabilità (presenza di lesioni, marciumi, marcati disseccamenti della chioma, ecc.) e su quelli che per densità e posizione reciproca possono favorire l’accumulo dei detriti legnosi di grosse dimensioni (LWD)². Allontanandosi dall’alveo attivo l’intervento assumerà sempre meno prerogative legate alla diminuzione del rischio idraulico per privilegiare la valorizzazione della naturalità dell’ambiente ripariale.

Dove reso possibile dalle caratteristiche delle specie, si dovrà mirare ad una struttura verticale pluristratificata con soggetti giovani e vigorosi nel piano dominante e una orizzontale che permetta la presenza di un sottobosco di specie arbustive.

Particolare attenzione dovrà essere posta a monte di re-

¹ Sezione di alveo interessata da piene con tempo di ritorno di due anni (Preti *et al.*, 1996).

² LWD- Large woody debris, definito come “detrito legnoso non radicato con dimensioni superiori a 10 cm di diametro e 1 m di lunghezza” (Nakamura e Swanson, 1993; Peterken, 1996).

stringimenti di sezione, come ad esempio le luci dei ponti, dove l'ostruzione causata da tronchi fluitati potrebbe essere causa di gravi inconvenienti (Brath e Montanari, 2000).

Le esigenze di carattere ecologico, ribadite anche dalla legislazione nazionale e regionale, risultano sempre più imprescindibili considerato anche che i corsi d'acqua e la relativa vegetazione ripariale costituiscono, soprattutto nelle zone di pianura, degli importanti "corridoi di connessione" nell'ambito della rete ecologica (Ministero Ambiente, 1999): conservarne un elevato grado di naturalità cercando di esaltare la biodiversità sia a livello di specie che di *habitat*, è essenziale per "garantire la possibilità di migrazione e di scambio genetico tra le popolazioni" (Conte *et al.*, 2006), ed in definitiva la loro funzionalità (Cummins, 1988).

Di conseguenza con i periodici interventi di taglio, si dovrà mirare a favorire le specie rare e/o sporadiche, quelle produttrici di semi e/o frutti eduli, e quelle specie preferenziali per la nidificazione (Tellini Florenzano, 2003). Un discorso a parte merita l'LWD che incontestabilmente svolge un'importante funzione ecologica con riflessi diretti sulla qualità degli *habitat* e su quella dell'acqua (Gurnell *et al.*, 2002) ma, in quanto ostacolo alla corrente, è in grado di generare turbolenze e rilasciare poi in caso di piena tutto il materiale trattenuto provocando un effetto tipo "crollo diga" (Sansoni, 2006).

Il corso d'acqua e la vegetazione di sponda concorrono a disegnare un paesaggio, del quale costituiscono parte integrante, i cui caratteri sono espressione dell'azione e delle interazioni di fattori naturali e/o umani (Déjeant-Pons, 2006). Nei tratti torrentizi delle zone montane lo spopolamento iniziato nel secolo scorso ha favorito l'estensione della copertura forestale cosa che ha spesso reso indistinguibile il tipico paesaggio fluviale, con le antiche opere di derivazione dell'acqua, le "gore", le briglie e i tratti di muro a secco in sostituzione delle scarpate, riducendo la diversità delle tessere paesaggistiche.

Nell'attraversare zone agricole di pianura, dove i fiumi sono tra i pochi ecosistemi naturali o seminaturali rimasti (Conte *et al.*, 2006), il paesaggio è stato troppo spesso reso banale da canalizzazioni, rettificazioni dei margini della vegetazione ripariale, tagli a raso (che hanno favorito la diffusione di specie eliofile invadenti). Si tratta di interventi tesi a recuperare spazio per le colture ma che non rientrano tra quelle caratteristiche testimonianze dell'attività umana da tutelare nell'ambito della protezione del paesaggio.

La gestione della vegetazione di sponda deve operare nell'ottica della ricostituzione e conservazione del paesaggio fluviale, "guidando e armonizzando i cambiamenti indotti dai processi sociali, economici e ambientali" (Déjeant-Pons, 2006), recuperando se necessario gli ambiti compromessi da una impropria gestione dei fiumi (Sartori e Bracco, 1993), senza per questo dover necessariamente destinare a bosco tutte le aree inondabili. Anche in questo contesto gli indirizzi selvicolturali verso la costituzione e il mantenimento di strutture più articolate, possono contribuire a rendere meno impattanti gli interventi di taglio.

L'utilizzazione dei corsi d'acqua per attività ricreative, testimoniata dalla diffusa realizzazione di parchi fluviali (Tocolini *et al.*, 2004) presenta molti aspetti positivi, legati *in primis* al beneficio sociale generato, ma anche alla possibilità di sensibilizzare i fruitori (e gli amministratori) verso la conservazione dell'ambiente fluviale e alla possi-

bile costituzione di un indotto generatore di reddito. Di valenza opposta quelli riferibili al delicato equilibrio tra fruizione, dinamiche ambientali e rischio idraulico (CIRF, 2006). Anche su questi temi il contributo del forestale si può esplicitare sia partecipando preliminarmente all'identificazione dei luoghi meno sensibili agli effetti negativi della fruizione, sia successivamente attraverso la progettazione di interventi sulla vegetazione che siano anche indirizzati verso un miglioramento dell'accessibilità, con punti di sosta e percorsi che resteranno poi fruibili anche per gli interventi di esbosco.

Il taglio della vegetazione in alveo ha di norma un costo elevato a causa della difficile accessibilità, della morfologia delle sponde, del non sempre agevole uso dei mezzi meccanici, dalla carenza di imposti ecc. costo quasi mai compensato dalla qualità e quantità e del materiale legnoso estratto (Baronti *et al.*, 2007; Spinelli, 2005; Spinelli e Magagnotti, 2007)³. Interventi di manutenzione leggeri e frequenti, spesso culturalmente auspicabili, si rendono nella pratica inattuabili sia per i costi dell'organizzazione logistica che per quelli legati direttamente all'intervento.

Rendere meno onerosi gli interventi culturali rappresenta un obiettivo da perseguire attraverso una pianificazione che, a scala di bacino:

- determini la loro periodicità, limitando al massimo quelli di carattere straordinario;

- individui accessi e imposti di adeguate dimensioni, la cui disponibilità può richiedere l'attivazioni di servitù di uso, al fine di ottimizzare l'organizzazione dei cantieri di raccolta (Voivontas, 1998; Freppaz *et al.*, 2004).

In ogni caso il controllo della vegetazione in alveo rende disponibile una quantità più o meno elevata di materiale legnoso i cui costi di utilizzazione non devono tenere conto delle fasi di taglio e prima movimentazione del materiale, perché comunque da eseguire per l'adempimento della normativa vigente. Le nuove prospettive che si sono aperte per lo sfruttamento energetico delle biomasse, e le moderne tecniche di utilizzazione (Hartsough e Spinelli, 2001; Marchi *et al.*, 2005), possono offrire interessanti sbocchi di mercato (Mezzalana *et al.*, 2003).

4. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Negli interventi culturali sulla vegetazione di sponda la normativa vigente impone di abbinare, alla prioritaria limitazione del rischio idraulico, il mantenimento delle caratteristiche di naturalità degli ecosistemi ripariali. Trattandosi di sistemi ad elevata complessità gli interventi sulla vegetazione necessitano di un approccio multidisciplinare al quale il forestale può dare un significativo contributo attraverso l'applicazione di tecniche selvicolturali flessibili in grado di modellare la vegetazione e renderla funzionale al raggiungimento di obiettivi che, localmente, debbano soddisfare esigenze anche molto diverse.

Mentre nei tratti torrentizi montani sembra oggi improprio voler contrastare lo spontaneo dinamismo proprio degli ambienti fluviali, in quelli di pianura, dove spesso gli alvei sono stati modellati da un'agricoltura che si è spinta fin quasi sulle sponde, è utopistico pensare di far comun-

³ I dati riportati dalla bibliografia citata oscillano tra le 20 e le 50-70 Mg/ha.

que riacquistare al corso d'acqua una completa libertà di azione. In molti casi è però possibile attuare servitù di uso che consentano di recuperare spazi, anche per interventi di riqualificazione fluviale, con il controllo delle specie arboree invadenti e la reintroduzione della vegetazione tipica dell'ambiente ripario.

Nelle zone più vulnerabili come quelle prossime all'attraversamento di zone urbanizzate risulta invece indispensabile un attento controllo della vegetazione, che pur mantenuta in una adeguata complessità strutturale, conservi uno stato giovanile che assicuri da un lato la massima flessibilità in occasione delle piene e dall'altro non rappresenti sorgente di materiale legnoso in grado di creare ostruzioni.

Da quanto esposto emerge che gli interventi sulla vegetazione in alveo si presentano complessi sia a livello di pianificazione che di applicazione delle tecniche colturali. Il laureato in Scienze Forestali ha la possibilità di cogliere queste opportunità di lavoro, fornendo un contributo di conoscenze che fanno parte del suo bagaglio culturale.

SUMMARY

THE ROLE OF FORESTRY IN THE MANAGEMENT OF RIVERBANK VEGETATION

This paper deals with the ecologically important role of riverbank vegetation and its close connections with the stream run off and focuses on the negative effects which could result from the blocking of the flow caused by the obstacle of standing or fallen vegetation or of the accumulation of dead material. Regulations related to riverbank management are briefly discussed, including E.U. Directives as well as national and regional legislation, whose primary objective is the reduction of flood risk, according to river ecosystem protection.

In this context, it examines the possibilities offered by the methods of forestry for reconciling the different needs with the hydraulic safety. General silvicultural treatments based on an ecologically sustainable model are suggested, according to the relationship between the vegetation and hydraulic flow along the river cross section. Lastly, it deals with topics related to the economics and planning of forestry work and the possibilities for using the woody production.

RÉSUMÉ

LE RÔLE DE LA SYLVICULTURE DANS LA GESTION DE LA VÉGÉTATION DES BERGES

Après avoir mis en évidence le rôle écologique important de la et les relations étroites qui existent avec le cours d'eau, on met en relief les effets négatifs qui, en un environnement anthropique, peuvent dériver de l'obstacle à l'écoulement des eaux exercé par l'encombrement des plantes vives ou en terre et par l'accumulation de necromasse. On illustre la réglementation en matière au niveau d'instructions communautaires, nationales et régionales (Région Toscane). Cette réglementation, tout en ayant comme objectif prioritaire de limiter le risque hydraulique, a aussi le but de sauvegarder l'écosystème fluvial tout entier. Dans un tel contexte on examine les

possibilités données par les instruments de la sylviculture pour concilier les exigences différentes avec la sûreté hydraulique. On propose des techniques générales d'intervention, qui remontent à un modèle écologiquement soutenable, différenciées en fonction du rapport entre la végétation et les débits du fleuve en crue. On traite enfin les thèmes liés à l'économie et à l'aménagement des travaux et à la possibilité d'utiliser la production ligneuse.

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV., 1992 – *River conservation and management*. Boon P.J., Calow P., Petts G.E., (editors) JohnWiley and Sons.
- AA.VV., 2000 – *Principi e linee guida per l'ingegneria naturalistica. Vol 1: Processi territoriali e criteri metodologici*. Regione Toscana.
- Allan D., 1995 – *Stream ecology: structure and function of running waters*. Chapman & Hall, London.
- Baldo G., 2007 – *Riqualificare conviene?* Dispense del corso di formazione e aggiornamento professionale "Gestione della vegetazione ripariale dei corsi d'acqua e dei canali di bonifica". Università degli Studi di Firenze - CIRF.
- Barraqué B., 1998 – *Sostenibilità e gestione delle risorse idriche in Europa*. L'Acqua, n. 1-2.
- Betti M., Ginanni F., Becchi I., Rinaldi M., 2006 – *Dinamiche di accumulo dei detriti arborei in alvei fluviali*. Atti del XXX° Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche, Roma, 10-15 settembre 2006.
- Cannata P.G., 1994 – *Governo dei Bacini Idrografici*. Etas Libri editori.
- Carollo F.G., Ferro V., Termini D., 2005 – *Flow Resistance Law in Channels with Flexible Submerged Vegetation* ASCE Journal of Hydraulic Engineering, vol. 131, n. 7, pp. 554-564.
- Chiaradia E.A., Bischetti G.B., 2007 – *Calcolo della portata in alvei vegetati: interpretazione del diagramma di Kauch tramite l'applicazione di modelli mono-dimensionali*. Atti del Congresso AIIA: Milano, 27-28 marzo. Nuova Editoriale Bios.
- CIRF, 2006 – *La riqualificazione fluviale in Italia. Linee guida, strumenti ed esperienze per gestire i corsi d'acqua e il territorio*. A Nardini, G. Sansoni (curatori) e collaboratori, Mazzanti Editori, Venezia.
- Ciutti F., Cappelletti C., 2006 – *Funzionalità ecologica della vegetazione riparia*. Sherwood, 118: 43-46.
- Conte G., Boz B., Graziano L., Gurmiero B., Melucci A., Sansoni G., Schipani I., 2006 – *Obiettivo natura: gli ecosistemi fluviali naturali*. In: "La riqualificazione fluviale in Italia. Linee guida, strumenti ed esperienze per gestire i corsi d'acqua e il territorio" CIRF, Mazzanti Editori, Venezia.
- Cummins K.W., 1988 – *The study of stream ecosystem: a functional view*. In: *Ecosystem Process*, Springer-Verlag, New York.
- Déjeant-Pons M., 2006 – *The European Landscape Convention*. Proceedings of the Conference: Cultural heritage and sustainable forest management: the role of traditional knowledge. Florence, 8-11 June: 26-33.
- Florinet F., 2007 – *Ricerche sperimentali sul comportamento della vegetazione in alveo*. Dispense del corso di

- formazione e aggiornamento professionale “Gestione della vegetazione ripariale dei corsi d’acqua e dei canali di bonifica”. Università degli Studi di Firenze - CIRF.
- Freppaz D., Minciardi R., Robba M., Rovatti M., Sacile R., Taramasso A., 2004 – *Optimizing forest biomass exploitation for energy supply at a regional level*. Biomass and Bioenergy, 26: 15-25.
- Giller P.S., Malmqvist B., 1998 – *The biology of streams and rivers*. Oxford University Press, Oxford.
- Guarnieri L., Preti F., Bianchi L., Calamini G., Maltoni A., 2007 – *Manutenzione di un corso d’acqua in area costiera: interazioni tra vegetazione riparia e corrente idrica*. Atti del Congresso AIIA: Milano, 27-28 marzo. Nuova Editoriale Bios.
- Guarnieri L., Preti F., Mazzanti L., 2006 – *Interventi di manutenzione*. Manuale di Ingegneria Naturalistica, vol. 3, Cap. 24, Regione Lazio, pp. 597-612.
- Gurnell A.M., Piegay H., Swanson F.J., Gregory S.V., 2002 – *Large wood and fluvial processes*. Freshwater Biology, 47: 601-619.
- Hartsough B., Spinelli R., 2001 – *Indagine sulla cippatura in Italia*. Contributi Scientifico Pratici per una migliore conoscenza ed utilizzazione del legno, C.N.R. - I.R.L., Compagnie delle Foreste, Arezzo.
- Hei R.D., 1979 – *Flow resistance in gravel-bed rivers*. Journal of Hydrology, Div., ASCE, 105: 365-379.
- Hickin, E.J., 1984 – *Vegetation and river channel dynamics*. Can. Geogr. XXVIII, 111-126.
- Lachat B., 1991 – *Le cours d’eau. Conservation, entretien, aménagement*. Conseil de l’Europe, Service de l’édition et de la documentation, Strasbourg.
- Marchi E., Pesare A., Spinelli R., 2005 – *La cippatura in campo. Modelli organizzativi con cippatrice semovente su base forwarder*. Sherwood, 108. Compagnia delle Foreste. Arezzo.
- Masi F., Bendoricchio G., Conte G., Garuti G., Innocenti A., Franco D., Masterman R., Thorne C.R., 1991 – *Analytical approach to flow resistance in gravel-bed channels with vegetable banks*. ASCE Journal of Hydraulic Engineering.
- Mezzalana G., Brocchi Colonna M., Veronese M., 2003 – *Come produrre energia dal legno*. ARSIA Regione Toscana.
- Ministero Ambiente, SCN, 1999 – *La valorizzazione delle risorse ambientali nelle politiche di sviluppo*. “La rete ecologica nazionale”. Note informative, Roma.
- Nakamura F., Swanson F.J., 1993 – *Effects of coarse woody debris on morphology and sediment storage of a mountain stream system in western Oregon*. Earth Surface Processes and Landforms.
- Nardini A., Soncini Sessa R., 2003 – *River quality model: criteria for the design of data collection campaigns aimed at model calibration*. Vol.1. (www.ewaoonline.de/journal/2003_06.pdf).
- Pedrotti F., Gafta D., 1996 – *Ecologia delle foreste ripariali e paludose dell’Italia*. L’uomo e l’ambiente, 23.
- Peterken G.F., 1996 – *Natural woodland ecology and conservation in northern temperate regions*. Cambridge University Press, 522 pp.
- Preti F., Bacci M., 2004 – *La vegetazione ripariale nei corsi d’acqua*. Alberi e Territorio, 7/8: 24-27.
- Preti F., Guarnieri L., 2005 – *Criteri per la manutenzione della vegetazione ripariale nei corsi d’acqua collinari e montani*. Atti del convegno AIIA: L’ingegneria agraria per lo sviluppo sostenibile dell’area mediterranea. Catania, 27-30 giugno: 1-12.
- Preti F., Settesoldi D., Mozzanti B., Paris E., 1996 – *Criteri e procedure per la valutazione delle piene nel territorio toscano*. In: Atti del XXV Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche, Torino.
- Robinson T., 2002 – *Stream response to experimental floods*. EAWAG news, 54: 27-29.
- Sansoni G., 2006 – *Vegetazione in alveo: si o no?* In: “La riqualificazione fluviale in Italia. Linee guida, strumenti ed esperienze per gestire i corsi d’acqua e il territorio” CIRF, Mazzanti Editori, Venezia.
- Sartori F., Bracco F., 1993 – *Foreste e fiumi nel bacino padano del Po*. In: Problematiche ecologiche del sistema idrografico padano. Acqua aria, 7: 751-760.
- Spinelli R., Magagnotti N., 2007 – *Manutenzione degli alvei fluviali, ambiente e biomassa*. Alberi e territorio, 1/2: 47-51.
- Spinelli R., 2005 – *Biomassa legnosa e manutenzione degli alvei fluviali*. Alberi e territorio, 5/6: 18-22.
- Tellini Florenzano G., 2003 – *Monitoraggio sull’importanza degli ambienti ripariali per l’avifauna durante la primavera e l’estate*. Progetto D.R.E.A.M. Italia, Poppi: 1-10.
- Toccolini A., Fumagalli N., Senes G., 2004 – *Progettare i percorsi verdi. Manuale per la realizzazione di greenways*. Maggioli Editore, San Marino.
- Vannote R.L., Minshall G.W., Cummins K.W., Sedell J.L., Cushing C.E., 1980 – *The river continuum concept*. Canadian Journal of fisheries and aquatic science, 37: 130-137.
- Voivontas D., Assimacopoulos A., Mourelatos J., Corominas J., 1998 – *Evaluation of renewable energy potential using GIS decision support system*. Renewable Energy, 13: 333-344.

INFLUENZA DELLA VEGETAZIONE SULLE PORTATE AL COLMO IN UN TRATTO DI UN PICCOLO BACINO

(*) Dipartimento di Difesa del Suolo, Università della Calabria, Rende, Cosenza

Dopo una breve sintesi sui metodi per determinare i coefficienti di scabrezza in presenza di vegetazione si quantifica, con riferimento al tratto montano del Fiume Crati, l'influenza esercitata dalla vegetazione erbacea e da quella arborea sui tiranti idrici con cui defluirebbe la portata con tempo di ritorno di 200 anni. Il tracciamento dei diversi profili di moto permanente, condotto mediante l'impiego del programma HEC-RAS, è stato effettuato con riferimento alla scabrezza dovuta alla sola granulometria, a quella dovuta sia alla granulometria che alla vegetazione erbacea ed arborea ed, infine, alla scabrezza dovuta alla granulometria e alla vegetazione arborea.

L'influenza esercitata dalla vegetazione sui tiranti idrici, nel caso in esame, è significativa con un incremento medio, nel tratto, del 5% e con punte massime, in alcune sezioni, del 24%.

L'influenza esercitata dalla vegetazione erbacea è trascurabile rispetto a quella dovuta alla vegetazione arborea.

Parole chiave: idraulica fluviale, vegetazione, resistenze al moto.

Key words: fluvial hydraulics, vegetation, flow resistance.

Mots clés: hydraulique fluviale, végétation, résistance au mouvement.

1. INTRODUZIONE

In molte circostanze i principali fattori che influenzano l'altezza con cui una assegnata portata transita in una sezione di un corso d'acqua naturale sono la granulometria del materiale presente sul fondo e la vegetazione. Quest'ultima può essere erbacea, arbustiva o arborea e la sua azione può essere notevolmente diversa in funzione delle sue proprietà meccaniche (rigidezza) e delle sue caratteristiche strutturali (densità, diametri, altezze, etc.). È attualmente in atto nella comunità scientifica un'ampia discussione sull'influenza esercitata dalla vegetazione ripariale nei corsi d'acqua.

Essa svolge indiscutibilmente un importante ruolo da un punto di vista sia ecologico che paesaggistico. In termini idraulici presenta elementi sia di criticità che di positività. La presenza della vegetazione sulle sponde e nelle aree golenali causa un aumento della scabrezza ed una riduzione della sezione. L'aumento della scabrezza determina, a livello locale, una riduzione della velocità con un aumento dei tiranti idrici e quindi del rischio di esondazione. A scala di bacino la riduzione della velocità causa una riduzione della celerità di propagazione delle onde di piena favorendone la laminazione e quindi una riduzione del picco. La vegetazione ripariale favorisce una riduzione sia dell'erosione che del trasporto solido e determina un aumento della stabilità delle sponde mediante l'azione di consolidamento del suolo ad opera degli apparati radicali. Pur tuttavia in occasione di eventi di piena le piante possono essere sradicate o spezzate, ed i tronchi addossandosi alle pile dei ponti o in corrispondenza di restringimenti parzializzano la sezione provocando pericolosi rigurgiti. Numerose sono le ricerche condotte in ambito sia internazionale che nazionale tese ad una migliore quantificazione della scabrezza dovuta alla vegetazione e ad una migliore comprensione dei fenomeni connessi alla presenza della vegetazione ripariale nei corsi d'acqua. Questi studi dovrebbero peraltro fornire un significativo contributo nella definizione di linee guida per la manutenzione della vegetazione nei corsi d'acqua.

Nella memoria viene quantificata l'influenza esercitata dalla vegetazione erbacea e da quella arborea sui tiranti idrici con cui defluirebbe la portata con tempo di ritorno di 200 anni nel tratto montano del fiume Crati (Calabria).

2. RESISTENZE AL MOTO DOVUTE ALLA VEGETAZIONE

Una formula di moto spesso impiegata nelle correnti a superficie libera è quella proposta da Manning:

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} J^{1/2} \quad (1)$$

in cui n è il coefficiente di scabrezza di Manning, V la velocità media, R il raggio idraulico e J la cadente. Chow (1959), Rouse (1965) e Yen (2002) identificano in maniera dettagliata le variabili da cui dipende la resistenza al moto. I metodi per la stima del coefficiente di Manning possono essere classificati come diretti, descrittivo-fotografici e analitici. Con riferimento alla vegetazione, come detto, essa può essere presente nei corsi d'acqua e nelle aree golenali in modo estremamente vario passando da erbacea, ad arbustiva e ad arborea e la resistenza da essa offerta dipende dalle sue proprietà biomeccaniche, dalla sua struttura e dalle caratteristiche della corrente. Inoltre resistenze diverse si hanno se essa è emergente o sommersa. I primi studi relativi all'analisi della vegetazione su una corrente idrica vennero condotti per la progettazione dei canali di irrigazione (Palmer, 1945; Ree, 1949); è stata poi analizzata la vegetazione come rigida (Li e Shen, 1973; Petryk e Bosmajian, 1975; Pasche e Rouvè, 1985; Wu *et al.*, 1999), come flessibile (Kouwen e Unny, 1973; Temple, 1986; Kouwen e Fathi-Moghdam, 2000), o con contemporanea presenza di vegetazione arbustiva ed arborea (Freeman *et al.*, 2000). Tuttavia molti dei suddetti studi non sono di semplice ed immediata applicazione in situazioni reali. Nel seguito si analizza il metodo proposto da Arcement e Schneider (1989) che trae origine da quelli di Cowan (1956) e Petryk e Bosmajian (1975)

e che appare completo oltre che di applicazione non particolarmente onerosa.

Cowan (1956) ha proposto un metodo nel quale il coefficiente di Manning si ottiene come:

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) m_5 \quad (2)$$

dove n_0 è un valore di base che tiene conto del tipo di materiale di cui è costituito il contorno ed è valido per un canale rettilineo, con sezione trasversale costante e privo di irregolarità, n_1 tiene conto delle irregolarità del contorno bagnato, n_2 di come variano le sezioni trasversali, n_3 della presenza di ostacoli, n_4 del tipo di vegetazione presente, m_5 di quanto il corso d'acqua è più o meno meandriforme. A ciascuno dei suddetti fattori Cowan associa, per le diverse condizioni, un valore numerico. I valori forniti per la vegetazione sono i seguenti: bassa 0.005-0.010 m^{-1/3}s, media 0.010-0.025 m^{-1/3}s, alta 0.025-0.050 m^{-1/3}s, molto alta 0.050-0.100 m^{-1/3}s.

Una più convincente determinazione del coefficiente di Manning è stata effettuata da Petryk e Bosmajian (1975) i quali hanno determinato come esso vari con la densità della vegetazione. Infatti nell'ipotesi in cui il tirante idrico sia inferiore o al più uguale all'altezza delle piante ottengono:

$$n = n' \sqrt{1.0 + \left(\frac{C^* \sum A_i}{2gAL} \right) \left(\frac{1}{n'} \right)^2} R^{4/3} \quad (3)$$

dove n' è il coefficiente di Manning che vale per il tratto in esame senza considerare l'effetto della vegetazione (scabrezza di base), C^* è l'effettivo coefficiente di resistenza idrodinamico della vegetazione nella direzione del moto, $\sum A_i$ è l'area totale frontale della vegetazione che si oppone al movimento della corrente nel tratto, L è la lunghezza del tratto analizzato, g è l'accelerazione di gravità, A la sezione trasversale, R il raggio idraulico. Il rapporto $\sum A_i / AL$ viene definito densità della vegetazione.

Arcement e Schneider (1989) con riferimento alle aree inondabili hanno utilizzato la procedura proposta da Petryk e Bosmajian (1975) adottando per la scabrezza di base il metodo di Cowan (1956). In particolare la scabrezza di base n' è posta pari a:

$$n' = n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4 \quad (4)$$

dove n_0 , n_1 , n_2 ed n_3 hanno lo stesso significato degli indici del metodo di Cowan mentre n_4 si riferisce alla vegetazione erbacea e a quella arbustiva. A ciascuno dei suddetti fattori Arcement e Schneider (1989) associano, per le diverse condizioni, opportuni valori; approssimano, poi, il raggio idraulico della (3) con il tirante idrico, mentre per il coefficiente di resistenza idrodinamico propongono, sotto forma grafica, la sua variazione con il raggio idraulico che, con interpolazione lineare, fornisce:

$$C^* = 21.87 - 12.25R \quad (5)$$

È da sottolineare tuttavia che da questa relazione si ottengono dei coefficienti nettamente più alti di quelli trovati in laboratorio.

La densità della vegetazione viene stimata in maniera diretta misurando i diametri degli alberi ed il loro numero in un'area rappresentativa avente una larghezza di 30 m ed

una lunghezza, in direzione della corrente, di 15 m ed applicando la relazione semplificata:

$$V_{veg,d} = \frac{\sum A_i}{AL} = \frac{h \sum n_i d_i}{hwL} \quad (6)$$

dove $\sum n_i d_i$ è la somma del numero di alberi moltiplicato per il loro diametro, h è il tirante idrico in metri, w ed L sono, rispettivamente, la larghezza e la lunghezza dell'area espresse in m.

Per pervenire ad una stima più accurata del coefficiente n_0 si può fare riferimento alle relazioni ormai classiche Marchi e Rubatta (1981); Raudkivi (1990); Da Deppo *et al.* (1997) che lo collegano ad una dimensione caratteristica del materiale presente sul fondo

$$n_0 = D_{50}^{1/6} / 21.1 \quad (7)$$

$$n_0 = D_{90}^{1/6} / 26 \quad (8)$$

$$n_0 = D_{75}^{1/6} / 21.14 \quad (9)$$

3. CARATTERISTICHE DELL'AREA DI STUDIO

Il Craticello è la parte montana del fiume Crati che sorge in località Macchia Sacra e si sviluppa tra i comuni di Aprigliano, Cosenza e Pietrafitta. La determinazione delle caratteristiche morfologiche del relativo bacino è stata condotta utilizzando la cartografia dell'I.G.M. in scala 1:25000. Nella tabella 1 sono riportati i principali dati morfometrici. L'attenzione è stata concentrata su un tratto avente una lunghezza di circa 1500 m e su questo tratto sono stati rilevati il profilo longitudinale e 19 sezioni trasversali, numerate in ordine crescente da valle verso monte. Il tratto è stato caratterizzato sia da un punto di vista granulometrico che da quello della vegetazione.

Per quanto riguarda la granulometria del materiale presente si è fatto riferimento a due aree poste nelle sezioni n. 2 e n. 13 e sono stati impiegati il metodo di Wolman (1954), con campionamento a reticolo, quello areale e quello lineare. Nella griglia di Wolman si è considerata una superficie quadrata di lato pari a 5 m con una spaziatura di 0.5 m sia per le linee longitudinali parallele alla direzione della corrente che per quelle trasversali. Nel metodo areale si è considerato una superficie quadrata di lato 1.5 m; mentre in quello lineare sono state considerate due linee ortogonali aventi ciascuna una lunghezza pari a 5 m. In tutti e tre i casi sono state raccolti all'incirca 100 ciottoli e per ognuno sono stati individuate tre direzioni mutuamente ortogonali tali da rappresentare il segmento più lungo (*a-axis*), quello intermedio (*b-axis*) e quello più corto (*c-axis*). I dati relativi ad ogni dimensione e ad ogni sito sono ben interpretati dalla distribuzione logaritmico normale. In particolare nella sezione n. 2 i metodi di campionamento di Wolman ed areale forniscono risultati praticamente identici, mentre quello lineare fornisce diametri leggermente maggiori. Nella sezione n. 13 i tre metodi sembrano fornire risultati in pratica coincidenti.

Nel tratto analizzato è presente una ricca vegetazione sia erbacea-arbustiva che arborea; fra le specie arboree sono presenti robinia, ontano nero, salici e pioppi. Sono state considerate due aree quadrate di lato 20 m adiacenti al corso d'acqua che sono sembrate rappresentative delle diverse distribuzioni di vegetazione presenti nel tratto analizzato. Per ognuna delle due aree è stato effettuato, nel periodo autunna-

le, il rilievo della vegetazione in termini di posizione planimetrica e diametro, oltre ad un quadro fotografico. La distribuzione della piante presenti nell'area più a monte, localizzata a tergo della sezione n. 13, è rappresentata nella figura 1; in essa sono presenti piante con diametro variabile da 5 a 110 cm, quelle con la frequenza maggiore hanno un diametro di 10 cm. Nella seconda area le piante presentano un diametro massimo di 60 cm e anche in questo caso la frequenza maggiore è quella relativa ad un diametro di 10 cm.

4. ANALISI DEI DATI E RISULTATI

Per analizzare l'influenza esercitata dalla vegetazione sulle altezze d'acqua con cui transitano le portate di piena sono stati tracciati, con il programma HEC-RAS, i profili di moto permanente con riferimento alla portata con tempo di ritorno di 200 anni. Tale portata è stata stimata con il modello TCEV (Versace *et al.*, 1989) ed è risultata pari a $137 \text{ m}^3/\text{s}$.

Preliminarmente al tracciamento dei profili sono stati calcolati i coefficienti di scabrezza per il canale principale e per le aree contigue seguendo la procedura proposta da Arcement e Schneider (1989).

Si è innanzi tutto calcolato il valore di n_0 facendo riferimento al metodo di Wolman ed al segmento intermedio. I valori dei segmenti corrispondenti ai percentili del 50, 75 e 90 % per la sezione 2 sono risultati pari a $D_{50} = 0.061 \text{ m}$, $D_{75} = 0.086 \text{ m}$, $D_{90} = 0.117 \text{ m}$ e gli analoghi valori per la sezione 13 pari a $D_{50} = 0.074 \text{ m}$, $D_{75} = 0.100 \text{ m}$, $D_{90} = 0.140 \text{ m}$. Il materiale presente nella sezione n. 13 è di dimensioni maggiori rispetto a quello presente nella sezione n. 2 risultando a parità di percentile, mediamente del 20% superiore. A partire dai suddetti segmenti caratteristici sono stati determinati i coefficienti di scabrezza con le formule (7), (8) e (9) e si sono ottenuti, per ognuna delle due sezioni, valori molto prossimi fra loro (per la sezione n. 2 valori compresi fra 0.027 e 0.031, per la sezione n. 13 valori compresi fra 0.028 e 0.032). Si è pertanto ritenuto opportuno fare riferimento, per ognuna delle due sezioni, al valore medio calcolato con le diverse formule, adottando per le sezioni dal n. 1 al n. 10 il valore medio relativo alla sezione 2 e per le rimanenti il valore medio relativo alla sezione n. 13.

Sono stati, poi, stabiliti per ogni sezione i valori n_1 , n_2 , n_3 ed n_4 sulla base delle indicazioni di Arcement e Schneider (1989) ed infine è stata stimata la densità della vegetazione mediante la (6) considerando, per semplicità, per C^* il valore relativo ad un tirante idrico di 1 m. Sono stati, quindi, calcolati per le diverse sezioni trasversali, e tenendo conto delle variazioni lungo ogni sezione, i coefficienti di scabrezza in tre diverse condizioni:

- 1) considerando la granulometria, il grado di irregolarità e le ostruzioni (per brevità questo coefficiente sarà denominato nel seguito e nel tracciamento dei profili coefficiente di scabrezza dovuto alla granulometria);
- 2) considerando la granulometria, il grado di irregolarità, le ostruzioni, la vegetazione erbacea-arbustiva e quella arborea (questo coefficiente sarà denominato nel seguito e nel tracciamento dei profili coefficiente di scabrezza dovuto alla granulometria ed alla vegetazione erbacea-arbustiva ed arborea);
- 3) considerando la granulometria, il grado di irregolarità, le ostruzioni e la vegetazione arborea (questo coefficiente sarà denominato nel seguito e nel tracciamento dei profili coeffi-

ciente di scabrezza dovuto alla granulometria ed alla vegetazione arborea).

Per ognuna della tre diverse condizioni sono stati tracciati i relativi profili con il programma HEC-RAS. Attesa l'elevata pendenza del tratto si è assunta la condizione di alveo a forte pendenza, ipotizzando corrente veloce e fissando come condizione al contorno l'altezza di moto uniforme nella sezione di monte.

Nelle tabelle n. 2, n. 3 e n. 4 sono riportate le caratteristiche idrauliche con cui transiterebbe la portata nelle tre diverse ipotesi di calcolo della scabrezza, mentre nella figura 2 compare il confronto fra i relativi tiranti idrici massimi. In essa, in particolare, i tiranti idrici ottenuti con la scabrezza dovuta alla solo granulometria sono stati indicati con n_g , quelli ottenuti con riferimento alla granulometria, alla vegetazione erbacea-arbustiva ed arborea con n_e , quelli con la granulometria e la vegetazione arborea con n_a .

L'analisi della figura consente di affermare che la determinazione corretta del coefficiente di scabrezza considerando la vegetazione comporta un aumento dei tiranti idrici e della resistenza al moto nella gran parte delle sezioni. La presenza della vegetazione gioca un ruolo importante poiché mediamente, su tutto il tronco, si ha un incremento dei tiranti idrici del 5,4%, con punte massime di circa il 24%. Inoltre si può osservare come trascurare la vegetazione erbacea-arbustiva rispetto a quella arborea porti ad errori limitati dal momento che si ha una sottostima dei tiranti inferiore all'1%. È evidente che i suddetti valori numerici sono strettamente legati alle densità di vegetazione dell'area analizzata.

5. CONCLUSIONI

Nel lavoro si è analizzata l'influenza esercitata dalla vegetazione erbacea-arbustiva e da quella arborea sui tiranti idrici con cui transita la portata con tempo di ritorno di 200 anni in un tratto della parte montana del bacino del Crati.

Il calcolo dei profili di moto permanente, effettuato mediante il programma HEC-RAS, si è basato su una valutazione dei coefficienti di scabrezza per le diverse sezioni derivati, almeno in parte, da rilievi diretti di campagna.

È risultato che in alcune sezioni, quelle maggiormente vegetate, i tiranti idrici, ottenuti considerando la scabrezza dovuta alla granulometria, alla vegetazione erbacea-arbustiva ed arborea sono nettamente superiori a quelli relativi alla sola granulometria con valori massimi del 24 %. Inoltre il ruolo esercitato, nel caso in esame, dalla vegetazione erbacea-arbustiva è trascurabile rispetto a quello esercitato dalla vegetazione arborea.

Frequentemente nei periodi autunnali, per la messa in sicurezza dei tratti che attraversano centri abitati, si procede alla totale asportazione della vegetazione presente nelle aree gole-nali dei corsi d'acqua. La procedura utilizzata nel presente lavoro potrebbe essere impiegata per poter simulare il passaggio delle piene ed analizzare come le caratteristiche idrauliche variano con la densità della vegetazione indirizzando gli interventi di manutenzione verso un approccio più razionale.

RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano gli Ingegneri Alessandro Gatto e Francesco Baldino per aver compiuto i rilievi e parte delle elaborazioni.

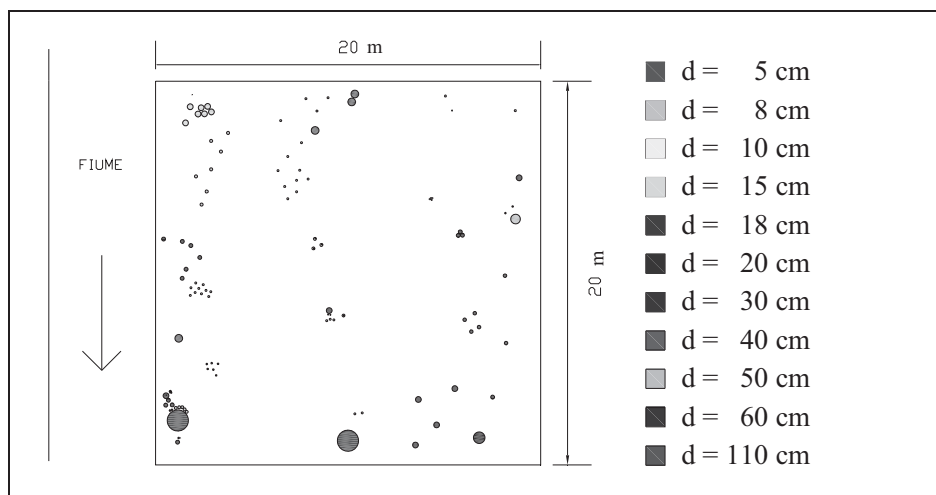


Figura 1. Schematizzazione della vegetazione presente nell'area di rilievo relativa alla sezione n. 13.

Figure 1. Graphical representation of vegetation set in section n. 13.

Figure 1. Schématisation de la végétation présente dans la zone intéressée correspondante à la section n.13.

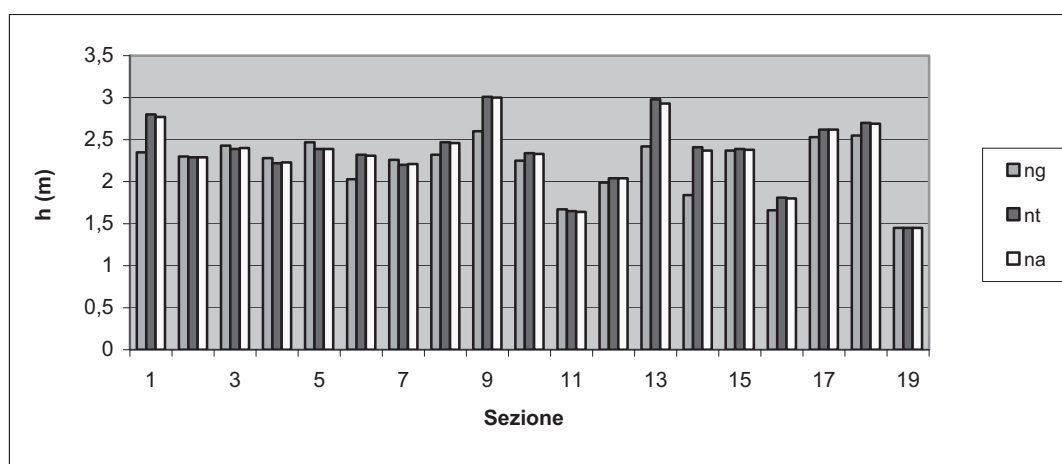


Figura 2. Tiranti idrici ottenuti considerando il coefficiente di scabrezza relativo alla sola granulometria (n_g), alla granulometria alla vegetazione erbacea-arbustiva ed arborea (n_t), alla granulometria ed alla vegetazione arborea (n_a).

Figure 2. Water depths in the cases of resistance due to: n_g , only skin friction; n_t , skin friction, grass and woody vegetation; n_a , skin friction and woody vegetation.

Figure 2. Profondeur de l'eau obtenue en considérant le coefficient de rugosité relatif à seulement la granulométrie (n_g), à la granulométrie et à la végétation herbacée et arborifère (n_t), à la granulométrie et à la végétation arborifère (n_a).

SCALA		1:25000
Superficie [km ²]	S	42.8
Perimetro [km]	P	33
Rapporto di biforcazione	R _b	4.02
Rapporto delle lunghezze	R _l	2.66
Densità di drenaggio [km ⁻¹]	D _k	2.88
Numero totale di segmenti	N _b	288
Diametro della rete [km]		14.4
Lunghezza media dei segmenti[km]	\overline{L}_u	2.73
Sviluppo della rete[km]		123
Altitudine media[m.s.m]	h	1066
Indice di forma (Horton)	R _{k1}	0.2
Indice di forma (Gravelius)	R _{k2}	1.44

Tabella 1. Dati morfometrici del bacino del Craticello.

Table 1. Morphometric data of Craticello network, mountain sub-basin of Crati river.

Tableau 1. Données morphologique du bassin du Craticello.

Sezione	Altezza talweg	Altezza pelo libero	Altezza critica	Linea dei carichi totali	Pendenza linea dei carichi totali	Velocità canale	Area bagnata	Larghezza in superficie	N. Froude	Tirante massimo
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)		(m)
19	43.55	45.00	46.06	49.22	0.0701	9.14	15.55	15.03	2.72	1.45
18	33.03	35.58	36.72	40.11	0.0527	10.15	19.94	19.17	2.33	2.55
17	30.18	32.71	33.54	35.62	0.0315	8.16	24.72	25.98	1.82	2.53
16	28.30	29.96	30.81	32.87	0.0375	8.31	22.61	17.89	2.18	1.66
15	27.80	30.17	30.81	32.20	0.0205	7.05	29.78	23.88	1.63	2.37
14	27.40	29.24	29.99	31.75	0.0384	8.01	26.16	24.54	2.16	1.84
13	26.40	28.82	29.37	30.65	0.0182	7.18	35.03	31.46	1.57	2.42
12	24.00	25.99	26.67	28.42	0.0263	7.73	32.78	43.51	1.86	1.99
11	21.08	22.75	23.36	24.61	0.0225	6.20	25.96	27.00	1.67	1.67
10	17.42	19.67	20.24	21.55	0.0187	6.29	26.97	24.89	1.57	2.25
9	14.08	16.68	17.50	19.46	0.0215	8.57	30.32	24.39	1.79	2.60
8	11.12	13.44	14.34	16.70	0.0352	8.79	21.88	20.01	2.09	2.32
7	9.42	11.68	12.38	13.92	0.0183	6.89	24.92	22.97	1.61	2.26
6	6.82	8.85	9.66	11.54	0.0310	8.12	24.96	24.10	1.95	2.03
5	3.45	5.92	6.53	8.03	0.0177	6.68	24.84	16.71	1.55	2.47
4	3.45	5.73	6.40	7.86	0.0169	6.74	25.76	18.26	1.50	2.28
3	3.20	5.63	6.21	7.71	0.0200	6.65	24.82	16.30	1.62	2.43
2	3.00	5.30	5.95	7.53	0.0215	6.88	23.93	16.34	1.70	2.30
1	0.00	2.35	2.99	4.50	0.0231	7.64	30.63	23.85	1.69	2.35

Tabella 2. Caratteristiche idrauliche con cui transiterebbe la portata nel caso in cui la scabrezza sia calcolata considerando la sola granulometria.

Table 2. Hydraulic parameters corresponding to peak flow in the case of resistance due only to skin friction.

Tableau 2. Caractéristiques hydrauliques avec lesquelles le débit transiterait dans le cas où la rugosité serait calculée en considérant seulement la granularité.

Sezione	Altezza talweg	Altezza pelo libero	Altezza critica	Linea dei carichi totali	Pendenza linea dei carichi totali	Velocità canale	Area bagnata	Larghezza in superficie	N. Froude	Tirante massimo
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)		(m)
19	43.55	45.00	46.08	49.26	0.0702	9.16	15.59	15.04	2.73	1.45
18	33.03	35.73	37.07	40.59	0.0478	10.16	22.83	19.37	2.25	2.70
17	30.18	32.80	33.85	36.26	0.0324	8.54	27.27	26.46	1.86	2.62
16	28.30	30.11	31.11	33.55	0.0354	8.59	25.23	18.11	2.16	1.81
15	27.80	30.19	30.85	32.29	0.1068	7.12	30.29	24.05	1.63	2.39
14	27.40	29.81	30.34	31.72	0.0168	6.62	40.33	26.14	1.51	2.41
13	26.40	29.38	29.87	31.21	0.0117	6.73	53.10	33.45	1.31	2.98
12	24.00	26.04	26.95	29.28	0.0303	8.45	34.90	43.66	2.01	2.04
11	21.08	22.73	23.38	24.81	0.0250	6.47	25.39	26.99	1.76	1.65
10	17.42	19.76	20.31	21.68	0.0172	6.25	29.09	24.98	1.52	2.34
9	14.08	17.09	17.96	19.93	0.0159	8.23	40.51	24.94	1.59	3.01
8	11.12	13.59	14.72	17.55	0.0347	9.21	24.90	20.31	2.10	2.47
7	9.42	11.62	12.48	14.43	0.0227	7.52	23.64	22.74	1.79	2.20
6	6.82	9.14	10.02	12.06	0.0246	8.01	32.27	27.12	1.78	2.32
5	3.45	5.84	6.64	8.54	0.0231	7.39	23.38	16.64	1.76	2.39
4	3.45	5.67	6.49	8.30	0.0206	7.31	24.79	17.81	1.65	2.22
3	3.20	5.59	6.32	8.10	0.0237	7.14	24.31	16.28	1.76	2.39
2	3.00	5.29	6.05	7.91	0.0244	7.29	23.73	16.33	1.81	2.29
1	0.00	2.80	3.45	5.11	0.0167	7.42	41.55	24.30	1.49	2.80

Tabella 3. Caratteristiche idrauliche con cui transiterebbe la portata nel caso in cui la scabrezza sia calcolata considerando la granulometria, la vegetazione erbacea-arbustiva e quella arborea.

Table 3. Hydraulic parameters corresponding to peak flow in the case of resistance due to skin friction, grass vegetation and woody vegetation.

Tableau 3. Caractéristiques hydrauliques avec lesquelles le débit transiterait dans le cas où la rugosité serait calculée en considérant la granularité, la végétation herbeuse et arborifère.

Sezione	Altezza talweg	Altezza pelo libero	Altezza critica	Linea dei carichi totali	Pendenza linea dei carichi totali	Velocità canale	Area bagnata	Larghezza in superficie	N. Froude	Tirante massimo
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)		(m)
19	43.55	45.00	46.08	49.26	0.0702	9.16	15.59	15.04	2.73	1.45
18	33.03	35.72	37.04	40.56	0.0481	10.16	22.64	19.35	2.26	2.69
17	30.18	32.80	33.83	36.23	0.0323	8.51	27.18	26.45	1.86	2.62
16	28.30	30.10	31.10	33.51	0.0355	8.58	25.09	18.10	2.16	1.80
15	27.80	30.18	30.84	32.28	0.1015	7.13	29.99	23.95	1.64	2.38
14	27.40	29.77	30.31	31.70	0.0176	6.69	39.29	25.97	1.54	2.37
13	26.40	29.33	29.84	31.16	0.0121	6.76	51.63	33.31	1.33	2.93
12	24.00	26.04	26.94	29.22	0.0297	8.39	35.14	43.67	1.99	2.04
11	21.08	22.72	23.38	24.81	0.0250	6.47	25.37	26.99	1.76	1.64
10	17.42	19.75	20.31	21.67	0.0172	6.25	29.05	24.98	1.52	2.33
9	14.08	17.08	17.95	19.92	0.0161	8.24	40.20	24.92	1.59	3.00
8	11.12	13.58	14.71	17.53	0.0348	9.20	24.80	20.30	2.11	2.46
7	9.42	11.63	12.48	14.42	0.0225	7.50	23.73	22.76	1.78	2.21
6	6.82	9.13	10.01	12.04	0.0250	8.02	31.87	27.07	1.79	2.31
5	3.45	5.84	6.63	8.52	0.0227	7.36	23.48	16.65	1.74	2.39
4	3.45	5.68	6.49	8.28	0.0203	7.28	24.91	17.87	1.64	2.23
3	3.20	5.60	6.32	8.08	0.0234	7.11	24.39	16.28	1.75	2.40
2	3.00	5.29	6.05	7.89	0.0243	7.27	23.72	16.33	1.80	2.29
1	0.00	2.77	3.43	5.07	0.0171	7.44	40.72	24.27	1.50	2.77

Tabella 4. Caratteristiche idrauliche con cui transiterebbe la portata nel caso in cui la scabrezza sia calcolata considerando la granulometria e la vegetazione arborea.

Table 4. Hydraulic parameters corresponding to peak flow in the case of resistance due to skin friction and woody vegetation

Tableau 4. Caractéristiques hydrauliques avec lesquelles le débit transiterait dans le cas où la rugosité serait calculée en considérant la granularité et la végétation arborifère.

SUMMARY

ROLE OF VEGETATION ON THE PEAK FLOW VALUES IN A REACH OF A SMALL RIVER BASIN

It is showed the role of woody and grass vegetation on the values of water depths corresponding to flow with 200 years of return period. The study case is the Crati River mountain reach in Calabria, South Italy. First of all a brief synthesis of methods utilized for determining roughness parameters is presented. The different water profiles calculated with HEC-RAS program in different condition of roughness show that influence due to woody vegetation is sensible in terms of 5% in average and maximum of 24%.

RÉSUMÉ

INFLUENCE DE LA VÉGÉTATION SUR LES DÉBIT DE CRUE DANS UNE PARTIE D'UN PETIT BASSIN

Après avoir illustré dans une brève synthèse les méthodes pour déterminer les coefficients de rugosité en présence de végétation, l'influence exercée par la végétation herbeuse et arborifère sur la profondeur de l'eau avec laquelle coulerait le débit avec une période de retour de 200 ans est quantifié en prenant pour référence une partie montagnarde du fleuve le Crati. Le tracé des divers profils d'écoulement permanent, en utilisant le programme HEC-RAS, a été effectué en considérant la rugosité, provenant seulement de la granulométrie, la rugosité non seulement due à la granulométrie mais aussi à la végétation herbeuse et arborifère, et enfin la rugosité due à la granulométrie et à la végétation arborifère.

L'influence exercé par la végétation sur la profondeur de

l'eau, dans ce cas, est relativement importante, et la profondeur de l'eau augmente moyennement de 5% avec des maximums à 24% dans certaines sections. L'influence exercée par la végétation herbeuse est négligeable par rapport à celle exercé par la végétation arborifère.

BIBLIOGRAFIA

- Arcement G.J., Schneider V.R., 1989 – *Guide for selecting Manning's Roughness Coefficients for Natural Channels and Flood Plains*. US Geological Survey, USGS Water Supply Paper 2339.
- Chow V.T., 1959 – *Open channel hydraulics*. McGraw-Hill.
- Cowan W.L., 1956 – *Estimating hydraulic roughness coefficients*. *Agricultural Engineering*, 37 (7): 473-475.
- Da Deppo L., Datei C., Salandin P., 1997 – *Sistemazione dei corsi d'acqua*. Edizioni Libreria Cortina. Padova.
- Fathi-Moghadam M., Kouwen N., 1997 – *Non-rigid, non-submerged vegetative roughness on floodplains*. *Journal of Hydraulic Engineering*, 123 (1): 51-57.
- Freeman G.E., Rahmeyer W.H., Copeland R.R., 2000 – *Determination of resistance due to shrubs and woody vegetation*. Technical Report-00-25. US Army Corps of Engineers. Engineer Research and Development Center.
- Kouwen N., Unny T.E., 1973 – *Flexible roughness in open channel*. *Journal of the Hydraulics Division, ASCE*, 99 (HY5): 713-728.
- Kouwen N., Fathi-Moghadam M., 2000 – *Friction factors for coniferous trees along rivers*. *Journal of Hydraulic Engineering*, 126 (10): 732-740.
- Li R.M., Shen H.W., 1973 – *Effect of tall vegetations on flow and sediment*. *Journal of the Hydraulics Division, ASCE*, 99 (HY5): 793-814.

- Marchi E., Rubatta A., 1981 – *Meccanica dei fluidi principi ed applicazioni idrauliche*. UTET, Torino.
- Palmer V.J., 1945 – *A method for designing vegetated waterways*. Agricultural Engineering, 26 (12): 516-520.
- Pasche E., Rouvè G., 1985 – *Overbank flow with vegetatively roughened flood plains*. Journal of Hydraulic Engineering, 111 (9): 1262-1278.
- Petryk S., Bosmajian G., 1975 – *Analysis of flow through vegetation*. Journal of the Hydraulics Division, ASCE, 101 (HY7): 871-884.
- Raudkivi A.J., 1990 – *Loose boundary hydraulics*. Pergamon Press.
- Ree W.O., 1949 – *Hydraulic characteristics of vegetation for vegetated waterways*. Agricultural Engineering, 30(4), 184-189.
- Rouse H., 1965 – *Critical analysis of open-channel resistance*. Journal of the Hydraulics Division, ASCE, 91 (HY7): 1-25.
- Temple D.M., 1986 – *Velocity distribution coefficients for grass-lined channels*. Journal of Hydraulic Engineering, 112 (3): 193-205.
- Versace P., Ferrari E., Gabriele S., Rossi F., 1989 – *Valutazione delle piene in Calabria*, CNR-IRPI, Geodata, Rende.
- Wu F., Shen H.W., Chou Y.J., 1999 – *Variation of roughness coefficients for unsubmerged and submerged vegetation*. Journal of Hydraulic Engineering, 125 (9): 934-942.
- Wolman M.G., 1954 – *A method of sampling coarse bed river material*. Trans. Am. Geoph. Un.
- Yen B.C., 2002 – *Open channel flow resistance*. Journal of Hydraulic Engineering, 128 (1): 20-39.

RISPOSTE ECOFISIOLOGICHE DOPO INTERVENTI DI CONVERSIONE AD ALTO FUSTO

(*) Dipartimento di Scienze dell'Ambiente Forestale e delle sue Risorse, Università di Viterbo

Due rappresentative fasi temporali della conversione del ceduo in fustaia sono state oggetto di studio per valutare l'incidenza di un primo e di un secondo diradamento di avviamento ad alto fusto sulla funzionalità ecofisiologica del ceduo, in due cerrete della Toscana meridionale.

Nonostante siano stati valutati gli effetti ecofisiologici provocati da due differenti trattamenti di conversione ad alto fusto su due stadi evolutivi del ceduo in fustaia, la composizione isotopica del carbonio fogliare ($\delta^{13}\text{C}$) mostrava la stessa variazione alle perturbazioni. Più in dettaglio, le piante rilasciate dai trattamenti selvicolturali presentavano un impoverimento della concentrazione fogliare dell'isotopo stabile pesante ^{13}C . E' stato dimostrato che i trattamenti selvicolturali modificano il bilancio tra il tasso di assimilazione fotosintetico (A) e la traspirazione (E). Con tali presupposti è stato possibile dimostrare che i diradamenti, incrementano la disponibilità delle risorse idriche per i rimanenti alberi migliorando l'efficienza funzionale dei popolamenti.

Parole chiave: isotopi stabili, efficienza d'uso dell'acqua, conversione ad alto fusto, cedui abbandonati.

Key words: stable isotopes, water-use efficiency, thinning to convert to high-forest, abandoned coppices.

Mots clés: isotopes stables, éclaircie, conversion de taillis en futaie, traits morphologiques.

1. INTRODUZIONE

La gestione del bosco ceduo è stata da sempre oggetto di aspre polemiche e di animate discussioni. Questo perché la gestione di tale tipologia di bosco è riconducibile a due ipotesi di lavoro diverse e contrastanti: il mantenimento dello *status quo* del ceduo e la conversione in fustaia.

I metodi di conversione indicano il percorso che si intende adottare per ottenere la rinnovazione gamica in modo da sostituire per via naturale il soprassuolo transitorio. Il modulo colturale per arrivare alla conversione comporta una serie di interventi nell'intento di esaltare la funzionalità del sistema e di ottenere la rinnovazione da seme. Tale modulo si può assimilare al regime di diradamento.

Negli ultimi decenni, però, il progressivo abbandono colturale di una parte della superficie governata a ceduo ha di fatto prodotto alternative alla tradizionale forma di governo, cosicché nuove tendenze colturali sono state valutate per accertare lo sviluppo positivo del soprassuolo ceduo oltre l'età della consueta utilizzazione con l'obiettivo di acquisire stabilità e funzionalità e di raggiungere età normali per fustaie da seme della stessa specie. Ciò è in contrasto con l'ipotesi di invecchiamento del ceduo inteso come senescenza e decadimento funzionale (Amorini e Fabbio, 1991).

L'obiettivo del seguente studio pertanto tende a verificare gli effetti ecofisiologici, di breve termine, provocati dagli impatti selvicolturali durante il processo di conversione ad alto fusto in due cerrete della Toscana meridionale.

La prima indagine sperimentale coincide con l'inizio del processo di conversione, dopo un periodo di invecchiamento del ceduo, relativamente all'applicazione di un primo taglio di avviamento ad alto fusto. Tale fase è stata condotta su un ceduo di cerro (*Quercus cerris* L.) invecchiato di 44 anni situato nella foresta di "Poggio Pievano" (GR). Una seconda indagine, condotta su una fustaia transitoria di cerro di 47 anni (foresta di Fosso dei Cagnesi - GR) è riferita al periodo conclusivo del processo di conversione, vale a dire l'applicazione del secondo diradamento.

2. METODO

2.1 Campionamento

Per entrambi i siti sperimentali, il campionamento è stato effettuato durante settembre 2004 su alberi campione precedentemente selezionati.

Applicando tecniche *tree-climbings*, il materiale fogliare e xilematico è stato prelevato lungo la parte superiore della chioma per la determinazione del contenuto di clorofille e di carotenoidi (efficienza di intercettazione e uso di energia), per l'analisi del rapporto isotopico $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ (utile ai fini della valutazione dell'efficienza del metabolismo del carbonio e dell'efficienza di uso dell'acqua) e per l'analisi del contenuto di azoto fogliare (uso dei nutrienti). Per la determinazione del rapporto isotopico D/H (utile per lo studio dell'accesso alle risorse idriche) lungo il *continuum* suolo-albero-atmosfera (SPAC) sono stati prelevati rispettivamente campioni di acqua di falda (in prossimità delle aree sperimentali), acqua xilematica (dai tessuti xilematici delle piante) e dati relativi all'acqua di pioggia (per una dettagliata descrizione sui siti sperimentali e sulle tecniche di analisi si rimanda a Di Matteo *et al.*, 2005).

2.2 Le tipologie selvicolturali presenti nella fustaia transitoria (foresta di Fosso dei Cagnesi)

Il sito di Fosso dei Cagnesi è stato caratterizzato da piante di diversa età a causa dello sfalsamento temporale dei trattamenti selvicolturali. Il primo taglio di avviamento (effettuato negli anni 1980-81) fu piuttosto energico e interessò principalmente il piano dominato ed intermedio, con rilascio di un pollone nelle ceppaie dominanti di cerro. Il secondo diradamento, realizzato nel febbraio 2003, è stato di media intensità ed ha eliminato totalmente le piante del piano dominato e quasi completamente la classe subdominata per favorire l'allargamento delle chiome degli individui dominanti. L'intervento ha prelevato il 49.5% del numero di piante e il 26.5% dell'area basimetrica. Un'analisi strutturale preliminare ha permesso di classificare le tipologie selvicolturali delle due tesi speri-

mentali. In entrambi le tesi sperimentali sono presenti matricine rilasciate da tre turni (3t) e allievi sopravvissuti a due turni (2t) di utilizzazione mentre le parcelle sottoposte ai trattamenti di conversione ad alto fusto sono caratterizzate anche dalla presenza di polloni 1t. Più in dettaglio gli allievi 2t sono ex-polloni, oramai affrancati, rilasciati nel corso dei due tagli di conversione ad alto fusto. La tipologia selvicolturale 1t rappresenta i polloni cresciuti dopo il primo intervento di conversione e rilasciati dal secondo diradamento. Per questo protocollo sperimentale, la classificazione delle varie tipologie selvicolturali, ha permesso di suddividere il campionamento in vari strati strutturali. La strategia campionaria adottata ha previsto che per ogni strato fossero selezionati cinque alberi campione per tesi di trattamento.

2.3 Le tipologie selvicolturali presenti nel ceduo in conversione (foresta di Poggio Pievano)

Il sito di Poggio Pievano è un ceduo invecchiato di 44 anni sottoposto nell'inverno del 2002 a un primo taglio di avviamento ad alto fusto. Il diradamento per l'avviamento all'alto fusto, di tipo misto (dal basso e selettivo), ha asportato circa il 50% dell'area basimetrica, privilegiando il cerro rispetto alle altre specie componenti e costituendo soprassuoli tendenzialmente monoplani per l'eliminazione del piano sottoposto. Dopo due anni dall'intervento, il campionamento è stato quindi focalizzato sugli allievi rilasciati dal taglio di conversione. Per ogni tesi sperimentale il campionamento è stato condotto su dieci alberi campione.

3. RISULTATI

3.1 Clorofille & Carotenoidi

Un andamento contrastante delle concentrazioni fogliari di clorofilla e di carotenoidi è stato osservato nei siti sperimentali dopo l'applicazione dei due diradamenti (Fig. 1).

La cerreta di Fosso dei Cagnesi, sottoposta nel corso degli anni a due diradamenti differenziati, mostrava un decremento di tutti i pigmenti fotosintetici. Più in dettaglio, le piante che erano state rilasciate dal primo diradamento (piante 2t, 47 anni di età) mostravano contenuti di clorofilla (*a* e *b*) notevolmente inferiori rispetto alle stesse tipologie presenti nelle parcelle di controllo. L'analisi della varianza ha evidenziato differenze significative tra i valori di clorofilla *a* ($P=0.0001$) e di clorofilla totale ($P=0.0031$). L'applicazione di un test a posteriori (*Tukey's test*) ha permesso di stabilire esattamente in quali tipologie selvicolturali si sono verificate differenze (Tab. 1). Dopo l'applicazione del secondo diradamento il contenuto di clorofilla *a* è risultato significativamente diminuito quando comparato con le piante 3t e 2t delle parcelle di controllo. Lo stesso risultato è stato osservato anche sul contenuto di clorofilla totale relativamente alle piante 2t del controllo. L'interazione tra i due comportamenti è strettamente dipendente dalla concentrazione di clorofilla *a* che risultava la componente principale delle clorofille totali. Le piante cresciute nel periodo successivo al primo intervento di conversione ad alto fusto e rilasciate dal secondo diradamento (1t, 23 anni di età) hanno mostrato livelli delle principali componenti fotosintetiche non significativamente diversi e pertanto assimilabili a quelli presenti nelle parcelle di controllo.

Contrariamente con quanto osservato nel sito sperimentale di Fosso dei Cagnesi, l'area sperimentale di Poggio Pievano mostrava un incremento dei contenuti di clorofilla e di carotenoidi. Tuttavia, dopo due anni dall'esecuzione del primo diradamento il test di Student, applicato per tutte le variabili fotosintetiche, mostrava incrementi non statisticamente significativi.

3.2 Morfologia fogliare

La figura 2 riporta le variazioni di alcuni parametri morfologici misurati sulle diverse tipologie selvicolturali dopo l'esecuzione dei diradamenti. I risultati mostrano, per la maggior parte delle variabili morfometriche, variazioni contrastanti ma non significativamente rilevanti.

Nella fustaia transitoria, la superficie fogliare (SF) e il parametro SLA sono mediamente incrementati rispetto al controllo e nei confronti delle piante rilasciate dal primo taglio di conversione ad alto fusto (2t). Le matricine 3t è stata la tipologia selvicolturale che mostrava un'ampia diminuzione dei valori assoluti del parametro SLA dopo il diradamento ($-16.0 \text{ cm}^2 \text{ gr}^{-1}$). In alcune tipologie selvicolturali, la lunghezza fogliare (LF) è risultato l'unico parametro morfologico che mostrava differenze significative ($P=0.007$) con variazioni significative sui polloni 2t ($P<0.05$) e altamente significative tra le due tipologie selvicolturali estreme (controllo-3t vs trattamento-1t, $P<0.01$).

Analogamente con quanto osservato sui polloni 1t della fustaia transitoria, il sito di Poggio Pievano mostrava un incremento dei valori assoluti di superficie fogliare ($+1.1 \text{ cm}^2$) e del parametro SLA ($+8.0 \text{ cm}^2 \text{ gr}^{-1}$).

3.3 Contenuto di azoto fogliare

Un comportamento divergente tra le due formazioni forestali è stato confermato osservando i valori del contenuto di azoto fogliare.

Dopo il secondo diradamento, la fustaia transitoria è stata caratterizzata da un decremento altamente significativo del contenuto di azoto fogliare (ANOVA, $P=0.0018$). Tuttavia, i polloni 1t è stata l'unica tipologia selvicolturale che mostrava interazioni significative con le tipologie presenti nelle parcelle di controllo (*Tukey's test*, controllo-3t vs trattamento-1t $P<0.05$ e controllo-2t vs trattamento-1t $P<0.01$). Il risultato evidenzia l'esistenza di una stretta relazione tra la concentrazione del contenuto di azoto fogliare con l'età delle piante: a piante mature corrispondono concentrazioni di azoto fogliare più alte rispetto alle tipologie selvicolturali più giovani. In contrasto con tali risultati, nel sito sperimentale di Poggio Pievano è stato osservato un incremento altamente significativo della concentrazione di azoto fogliare dopo due anni dal primo diradamento di conversione ad alto fusto (*test di Student*, $P<0.001$).

3.4 Composizione isotopica del carbonio-13 fogliare ($\delta^{13}\text{C}$)

3.4.1 Variazioni del $\delta^{13}\text{C}$ fogliare tra i due siti sperimentali

I due siti sperimentali sono distanziati da alcuni chilometri e caratterizzati da una diversa esposizione dei versanti e da un diverso grado di copertura arborea. Pertanto, i popolamenti forestali potrebbero differenziarsi per il clima radiativo e per la disponibilità idrica del suolo con rilevanti ripercussioni sulla composizione isotopica del carbonio fogliare. Tuttavia, l'utilizzo di tecniche isotopiche hanno permesso di stabilire preliminarmente il livello di funziona-

lità idrica tra i due popolamenti forestali misurando indirettamente l'efficienza di uso dell'acqua delle piante (WUE) in una situazione di assenza di perturbazione antropica (tesi di controllo).

L'analisi dei valori del $\delta^{13}\text{C}$ ha mostrato, come la fustaia transitoria fosse caratterizzata da valori medi di $\delta^{13}\text{C}$ più negativi (-27.7 ‰) rispetto al ceduo in conversione (-26.8 ‰). Non a caso le parcelle di controllo della fustaia transitoria, posizionate all'interno di un impluvio, sono meno esposte ai venti e quindi caratterizzate da un maggiore grado di umidità edafica. Naturalmente, la composizione isotopica del carbonio delle piante è anche influenzata dalla composizione isotopica del carbonio della CO_2 atmosferica, tuttavia i due popolamenti risultano poco distanti l'uno dall'altro e pertanto le differenze osservate sui valori di $\delta^{13}\text{C}$ dovrebbero essere imputate esclusivamente a variazioni dell'attività fotosintetica.

3.4.2 Variazioni del $\delta^{13}\text{C}$ fogliare dopo i diradamenti

Dopo i diradamenti la totalità delle tipologie selvicolturali di entrambi i siti sperimentali è stata caratterizzata da un generale decremento dei valori assoluti di composizione isotopica del carbonio fogliare (rispettivamente, -0.34 ‰, -0.35 ‰ e -0.43 ‰) (Fig. 3). Tali risultati sono indirettamente relazionati con una diminuzione dell'efficienza di uso dell'acqua e confermano ulteriormente l'ipotesi che i diradamenti provocano un immediato miglioramento dello stato idrico sulle piante rilasciate (Breda *et al.*, 1992; Cutini e Mascia, 1996; Geßler *et al.*, 2001; Fotelli *et al.*, 2003; Di Matteo *et al.*, 2005).

3.5 Composizione isotopica dell'idrogeno (δD)

I valori del δD dell'acqua xilematica mostrano chiaramente come i trattamenti selvicolturali influenzano le relazioni idriche degli alberi sull'utilizzo delle risorse idriche disponibili (Fig. 4).

Nella fustaia transitoria, le tipologie selvicolturali rilasciate dai precedenti diradamenti non mostravano valori medi di δD significativamente diversi (-46.8 ± 3.3 e $-45.8 \pm 2.9\text{‰}$) quando comparati con il controllo ($-47.2 \pm 1.6\text{‰}$). L'applicazione del secondo diradamento di conversione ad alto fusto, in questo caso, non sembra aver influenzato le capacità di approvvigionamento idrico nelle piante rilasciate. Le matricine 3t era la tipologia selvicolturale che mostrava un valore medio del δD più negativo ($-54.2 \pm 2.9\text{‰}$) rispetto al resto delle tipologie.

A Poggio Pievano, l'esecuzione del primo taglio di conversione ad alto fusto ha provocato un arricchimento altamente significativo della concentrazione del deuterio nella linfa grezza delle piante rilasciate (*test di Student*, $P=0.0094$). Il diradamento sembra quindi aver modificato la capacità di accesso alle risorse idriche provocando l'interruzione della copertura arborea e la relativa diminuzione dell'intercettazione della frazione pluviometrica. Non a caso, il valore del δD dell'acqua xilematica osservato nelle tesi di trattamento ($-35.9 \pm 2.9\text{‰}$) era simile al valore medio delle precipitazioni annuali osservato negli ultimi sette anni ($-30.0 \pm 2.0\text{‰}$). Il diradamento in questo caso sembra aver aumentato la disponibilità delle risorse idriche di superficie per le piante rilasciate.

4. DISCUSSIONE

A livello ipogeo, per entrambi i siti sperimentali, la comparazione dei valori medi del δD e del $\delta^{13}\text{C}$ non ha evidenziato una relazione diretta, dopo i diradamenti. Nella fustaia transitoria le tipologie selvicolturali rilasciate dai diradamenti mostravano una diminuzione dell'efficienza di uso dell'acqua che non risultava dipendere dai paralleli cambiamenti del bilancio idrologico. La tipologia selvicolturale di Poggio Pievano, al contrario, mostrava una diminuzione dell'efficienza di uso dell'acqua dopo il diradamento e un parallelo cambiamento dell'approvvigionamento idrico delle piante. In questo caso la variazione dell'efficienza di uso dell'acqua potrebbe essere stata causata da una differente captazione delle risorse idriche. Il diradamento ha quindi incrementato la quantità di precipitazioni disponibili al suolo diminuendo l'intercettazione operata dalle chiome degli alberi. Tuttavia, alcuni studi sperimentali (Valentini *et al.* 1992) condotti in ambiente mediterraneo hanno mostrato una stretta relazione tra l'impoverimento fogliare dei valori di $\delta^{13}\text{C}$ con l'impoverimento xilematico di δD . E' da considerare che tali studi sono stati condotti su ecosistemi forestali naturali e non consideravano le variazioni del bilancio idrologico provocate dai trattamenti selvicolturali.

Nella fustaia transitoria, la comparazione dei valori di $\delta^{13}\text{C}$ con il contenuto di clorofilla totale mostra come lo strato epigeo del popolamento influenza la variazione della composizione isotopica del carbonio. Dopo due anni dal secondo diradamento è stata osservata una diminuzione del contenuto di clorofilla totale e una relativa diminuzione dell'efficienza di uso dell'acqua (Fig. 5).

Una possibile interpretazione, e in considerazione dei numerosi studi riportati, (Leavitt e Long, 1986; Guehl *et al.*, 1995; Steward *et al.*, 1995; Lauteri *et al.*, 1997; Panek e Waring, 1997), è che la diminuzione del tasso di assimilazione fotosintetica della CO_2 (A) potrebbe aver incrementato il parametro *ci* (concentrazione intercellulare della CO_2 negli spazi intercellulari della foglia) provocando un aumento della conduttanza stomatica e una conseguente diminuzione dell'efficienza di uso dell'acqua delle piante rilasciate dal diradamento.

5. CONCLUSIONI

La composizione isotopica del carbonio fogliare pur essendo un parametro ecofisiologico che misura indirettamente l'efficienza di uso dell'acqua delle piante per un periodo temporale di lungo termine (Brugnoli, 1990; Kozłowski e Pallardy, 1997; Damesin *et al.*, 1998; Geßler *et al.*, 2001) si è mostrato un valido indicatore nella valutazione degli impatti ecofisiologici di breve termine provocato da interventi selvicolturali di conversione ad alto fusto in ambiente mediterraneo. Più in dettaglio, nonostante siano state valutate due differenti fasi temporali della conversione del ceduo in fustaia è stato osservato un impoverimento isotopico in ^{13}C per tutte le tipologie selvicolturali rilasciate dai diradamenti. Tale risultato evidenzia un miglioramento istantaneo dello stato idrico.

L'applicazione di analisi comparative che prevedevano l'utilizzo di analisi isotopiche dell'idrogeno e di alcuni indicatori della capacità fotosintetica e del regime termico

dei popolamenti mostravano cambiamenti paralleli sul bilancio idrologico e sull'attività fotosintetica. Tali cambiamenti sembrano essere correlati con l'età delle piante e con la struttura forestale dei popolamenti. Di qui, le modifiche funzionali che hanno determinato la composizione isotopica del carbonio fogliare dopo i diradamenti sono riportati nei seguenti punti:

– la fustaia transitoria non sembrava risentire di un cambiamento del bilancio idrologico dopo i diradamenti. E' stata osservata una maggiore esplorazione dell'apparato radicale, relativamente ad un'età avanzata delle tipologie selvicolturali, e da un approvvigionamento esclusivo di risorse idriche di profondità. Pertanto, il cambiamento dei

valori di $\delta^{13}\text{C}$ è stato provocato da un decremento dell'attività fotosintetica piuttosto che da un aumento della radiazione luminosa;

– analogamente, il popolamento di Poggio Pievano ha mostrato un miglioramento istantaneo dello stato idrico delle piante rilasciate dal diradamento. Tuttavia, essendo un popolamento più giovane si è mostrato più sensibile a captare risorse idriche di superficie. Inoltre, non sono state osservate variazioni significative dell'attività fotosintetica dopo il diradamento. Di qui, è lecito affermare che il miglioramento dell'efficienza di uso dell'acqua delle piante rilasciate dal diradamento risulta relazionato a un parallelo cambiamento dell'approvvigionamento idrico.

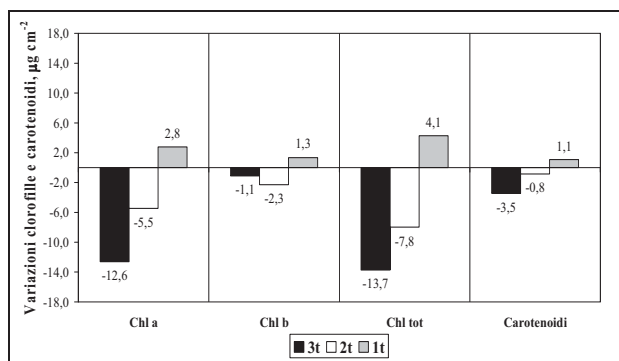


Figura 1. Variazioni assolute del contenuto di clorofilla e di carotenoidi dopo i diradamenti osservate nei due siti sperimentali.

Figure 1. Chlorophylls and carotenoids content variations in both sites after thinning application.

Figure 1. Variations du contenu de chlorophylle et de caroténoïdes après les traitements d'éclaircie.

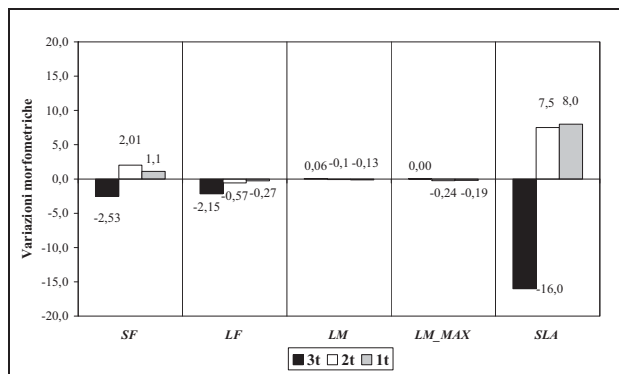


Figura 2. Variazioni assolute delle principali variabili morfologiche misurate dopo i diradamenti, con Superficie fogliare in cm^2 , Lunghezza fogliare in cm, Larghezza media in cm, Larghezza massima fogliare in cm e parametro SLA in $\text{cm}^2 \text{gr}^{-1}$.

Figure 2. Main leafspam parameter variations observed after thinning application. Foliar area was expressed in cm^2 , Foliar Lenght, Foliar mean width Foliar maximum width were expressed in cm and the SLA was expressed in $\text{cm}^2 \text{gr}^{-1}$.

Figure 2. Variations principales des traits morphologiques foliaires après les exécutions des éclaircies. Surface foliaire en cm^2 , Longueur foliaire en cm, Largeur moyenne foliaire en cm, Largeur maximale foliaire en cm et Surface spécifique des feuilles (SLA) en $\text{cm}^2 \text{gr}^{-1}$.

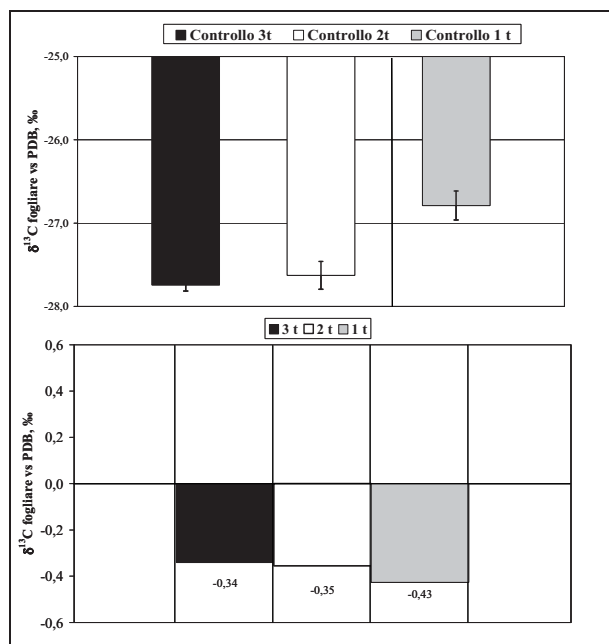


Figura 3. Valori medi della composizione isotopica del carbonio fogliare osservati nelle parcelle di controllo e relative variazioni assolute dopo i diradamenti. Le barre indicano l'errore standard della media (Fosso dei Cagnesi n=9; Poggio Pievano n=16).

Figure 3. Leaf carbon isotopic composition mean values observed in control sites and its variations after thinning application. The errors bars indicate the standard error of the means and the sample size was nine in Fosso dei Cagnesi site and sixteen in Poggio Pievano site.

Figure 3. Valeurs moyenne de la composition isotopique du carbone foliaire observez dans les témoins et ses variations après les exécutions des éclaircies. Les barres d'erreur points devers l'erreur standard et la taille d'un échantillonnage a été de neuf en Fosso de Cagnesi et seize en Poggio Pievano.

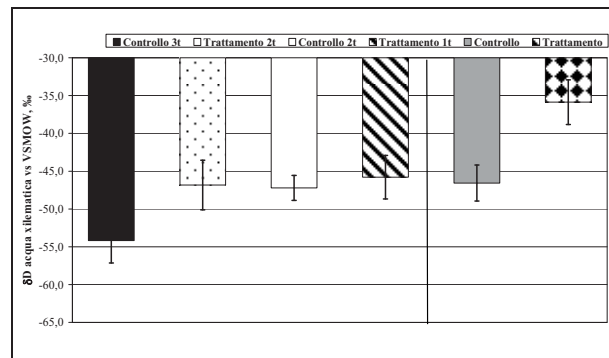


Figura 4. Comparazione dei valori di δD dell'acqua xilematica tra le parcelle di controllo e le tesi di trattamento nei due anni successivi ai diradamenti (n=5).

Figure 4. Xylem sap δD comparisons between control site and thinned site after two years to convert it to high-forest. The sample size was five per site.

Figure 4. Comparaison des valeurs de la composition isotopique en hydrogène de sève observez dans le témoins et ses variations après deux années les exécutions des éclaircies (n=5).

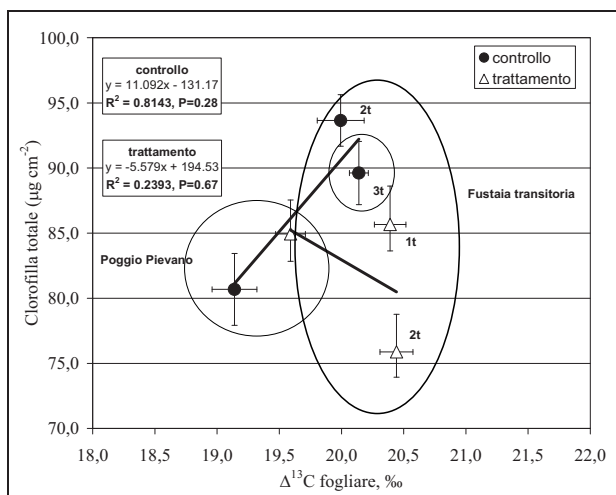


Figura 5. Relazione tra clorofilla totale e $\Delta^{13}\text{C}$ fogliare. Le barre di errore indicano l'errore standard della media.

Figure 5. Total chlorophylls and leaf carbon discrimination relationship. The errors bars indicate the standard errors of the means.

Figure 5. Régression parmi chlorophylle total et discrimination isotopique du carbone. Les barres d'erreur points dehors l'erreur standard.

Clorofilla a	P value	Clorofilla tot	P value
controllo 3t vs controllo 2t	P>0.05	controllo 3t vs controllo 2t	P>0.05
controllo 3t vs trattamento 2t	P<0.01	controllo 3t vs trattamento 2t	P>0.05
controllo 3t vs trattamento 1t	P>0.05	controllo 3t vs trattamento 1t	P>0.05
controllo 2t vs trattamento 2t	P<0.001	controllo 2t vs trattamento 2t	P<0.01
controllo 2t vs trattamento 1t	P>0.05	controllo 2t vs trattamento 1t	P>0.05
trattamento 2t vs trattamento 1t	P<0.05	trattamento 2t vs trattamento 1t	P<0.05

Tabella 1. Fustaia transitoria: Tukey's test applicato per il confronto comparativo dei valori di clorofilla a e di clorofilla totale.

Table 1. Tukey's test values of chlorophyll a and total chlorophylls resulted by analysis of variance in transitory high forest stand.

Tableau 1. Futaie de Fosso dei Cagnesi: valeurs de chlorophylle a et de chlorophylle total après l'application d'une Tukey's test.

SUMMARY

ECOPHYSIOLOGICAL CHANGES AFTER CONVERSION TO HIGH-FOREST PRACTICES

Isotopic analyses were carried out in two Mediterranean oak stands in which two different thinning to convert these stands into high forest has been performed. Changes in carbon isotope discrimination suggests an decrease of water-use efficiency soon after thinnings. Together with changes in the hydrogen isotopic composition in xylem sap, this may suggest that trees are able of a rather prompt physiological acclimation to cope effectively to new environmental conditions and changes in resource availability.

RÉSUMÉ

RÉPONSES ECOPHYSIOLOGIQUE APRÈS COUPES DE CONVERSION DE TAILLIS EN FUTAIE

Deux phases temporelles représentatives de la conversion de taillis en futaie ont été objet d'étude pour évaluer l'impacts de l'éclaircie sur la fonctionnalités écophysiological du taillis. Les études expérimentales ont été menées après deux années par l'exécution d'un premier et d'un deuxième éclaircie pour la conversion de taillis en futaie dans deux cerretes en Toscane du sud.

En dépit d'effets a été évalué les réponses écophysiologicals provoqué par deux traitements d'éclaircie

différents, la composition isotopique du carbone foliaire ($\delta^{13}\text{C}$) il a montré la même variation aux perturbations. Plus en détail, les plantes survécues par les traitements d'éclaircie ont montré un réduction de la concentration foliaire de l'isotopique en ^{13}C . Et' est montré que les traitements d'éclaircie modifient le budget parmi le taux de l'assimilation photosynthétique (A) et la transpiration (E). Avec les telles présuppositions a été possible de montrer que l'éclaircie, augmentez la disponibilité des ressources d'eau pour les arbres qui améliorent l'efficacité utilitaire des populations.

BIBLIOGRAFIA

- Amorini E., Fabbio G., (1991). *Ricerche sull' "invecchiamento" dei cedui: riflessi sul trattamento di conversione*. L'Italia Forestale e Montana, 193-204.
- Breda N., Granier A., Aussenac G., (1995). *Effects of thinning on soil water relations, transpiration and growth in an oak forest (Quercus petraea (Matt.) Liebl.)*. Tree Physiology, 15: 295-306.
- Brugnoli E., (1990). *Discriminazione degli isotopi stabili del carbonio e fisiologia della fotosintesi*. S.I.T.E Atti, 9: 51-67.
- Ciancio O., (1990). *La gestione del bosco ceduo: analisi e prospettive*. L'Italia Forestale e Montana, 1: 5-10.
- Cutini A., Mascia V., (1998). *Silvicultural treatment of holm oak (Quercus ilex L.) coppices in Southern Sardinia: effects of thinning on water potential, transpiration and stomatal conductance*. Annali Istituto Sperimentale Selvicoltura, Arezzo, 27: 47-53.

- Damesin C., Rambal S., Joffre R., (1998). *Seasonal and annual changes in leaf $\delta^{13}C$ in two co-occurring Mediterranean oaks: relations to leaf growth and drought progression*. Functional Ecology, 12: 778-785.
- Di Matteo G., De Angelis P., Scarascia Mugnozza G., (2005). *Applicazione di tecniche isotopiche per valutare l'impatto eco-fisiologico di interventi selvicolturali di conversione, in ecosistemi forestali mediterranei*. Forest@, 2 (4): 367-377, [online] URL:<http://www.sisef.it/>.
- Fotelli M.N., Rennenberg H., Holst T., Mayer H., Geßler A., (2003). *Carbon isotope composition of various tissues of beech (Fagus sylvatica) regeneration is indicative of recent environmental conditions within the forest understorey*. New Phytologist, 159: 229-244.
- Geßler A., Schrempp S., Matzarakis A., Mayer H., Rennenberg H., Adams M.A., (2001). *Radiation modifies the effect of water availability on the carbon isotope composition of beech (Fagus sylvatica)*. New Phytologist, 150: 653-664.
- Guehl J.M., Fort C., Ferhi A., (1995). *Differential response of leaf conductance, carbon isotope discrimination and water-use efficiency to nitrogen deficiency in maritime pine and pedunculate oak plants*. New Phytologist, 131: 149-157.
- Kozłowski T.T., Pallardy S.G., (1997). *Physiology of Woody Plants, 2nd*. San Diego CA, USA, Academic Press.
- Lauteri M., Scartazza A., Guido M.C., Brugnoli E., (1997). *Genetic variation in photosynthetic capacity, carbon isotope discrimination and mesophyll conductance in provenances of Castanea sativa adapted to different environments*. Functional Ecology, 11: 675-683.
- Leavitt S.W., Long A., (1986). *Influence of site disturbance on $\delta^{13}C$ isotopic time series from tree rings*. In: Proceedings of the International Symposium of Ecological Aspects of Tree-Ring Analysis, 17-21 August, 1986, Tarrytown, NY, USA pp. 119-129.
- Panek J.A., Waring R.H., (1997). *Stable carbon isotopes as indicators of limitations of forest growths imposed by climate stress*. Ecological Applications, 7: 854-863.
- Stewart G.R., Turnbull M.H., Schmidt S., Erskine P.D., (1995). *^{13}C natural abundance in plant communities along a rainfall gradient: a biological integrator of water availability*. Australian Journal of Plant Physiology, 22: 51-55.
- Valentini R., Scarascia Mugnozza G., Ehleringer J.R., (1992). *Hydrogen and carbon isotope ratios of selected species of a Mediterranean macchia ecosystem*. Functional Ecology, 6: 627-631.

PROGETTO DI RICERCA: RELAZIONE TRA GESTIONE SELVICOLTURALE DEI BOSCHI E STABILITÀ DEI VERSANTI

(*) Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione nel Settore Agricolo-Forestale, Firenze

(**) D.R.E.A.M. Italia srl, Pistoia

L'Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione nel Settore Agricolo - Forestale (A.R.S.I.A.) ha affidato ad un raggruppamento costituito da Enti di Ricerca, soggetti privati ed eEnti Pubblici coordinato da D.R.E.A.M. Italia srl, una ricerca relativa a "Relazione tra gestione selvicolturale dei boschi e stabilità dei versanti".

Il programma di ricerca avviato si proponeva di iniziare l'analisi delle relazioni presenti e possibili tra gestione selvicolturale dei boschi e stabilità dei versanti, in modo da poter fornire supporti tecnici e scientifici a indirizzi e criteri progettuali ad interventi forestali. Sono stati condotti interventi in parcelle sperimentali in alto fusto di faggio, per anticipare i turni di taglio e rendere meno uniforme la foresta e in ceduo invecchiato di faggio per il ripristino del trattamento "a sterzo". Inoltre sono stati valutati i parametri di incidenza della stabilità delle coperture forestali tramite il modello del pendio indefinito. Il modello è stato applicato ad un'area della Garfagnana colpita da eventi catastrofici nel 2000, con una buona corrispondenza fra il modello di versante ed i dissesti osservati. I risultati delle simulazioni del modello indicano, a parità di saturazione del terreno, una sensibile influenza dello sviluppo degli apparati radicali rispetto al peso della parte epigea delle piante.

Parole chiave: apparato radicale, stabilità versanti, trattamenti selvicolturali.

Key words: root profile, slope stability, treatment restoration.

Mots clés: apparat radical, stabilité versants, récupération traitements sylviculturals.

L'Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione nel Settore Agricolo - Forestale (A.R.S.I.A.) ha affidato ad un raggruppamento coordinato da D.R.E.A.M. Italia srl, una ricerca relativa a "Relazione tra gestione selvicolturale dei boschi e stabilità dei versanti".

Il raggruppamento è costituito da partners di Enti

- Dipartimento Ingegneria Agraria Forestale (Università degli Studi di Firenze) - DIAF
- Dipartimento di Scienze e Tecnologie Ambientali Forestali (Università degli Studi di Firenze) - DISTAF
- Istituto Sperimentale per la Difesa del Suolo - ISSDS (ora CRA Centro di Ricerca per l'Agrobiologia e la pedologia di Firenze)
- D.R.E.A.M. Italia srl
- GEOPLAN srl
- Cooperative Forestali Toscana Verde - C.T.V.

Hanno aderito al progetto di ricerca anche numerosi partners pubblici.

1. IL PROGRAMMA DI RICERCA

Il programma di ricerca avviato si proponeva di iniziare l'analisi delle relazioni presenti e possibili tra gestione selvicolturale dei boschi e stabilità dei versanti, in modo da poter fornire supporti tecnici e scientifici a indirizzi e criteri progettuali ad interventi forestali.

È generalmente condiviso che la copertura forestale eserciti un'efficace azione di protezione nei confronti dell'erosione del suolo, dei deflussi delle acque superficiali e dei fenomeni di instabilità dei versanti.

Questa generica affermazione, confortata peraltro da varie esperienze ed evidenze, ha trovato e trova sempre più applicazione in disposizioni legislative e normative che mirano alla tutela ambientale ed alla prevenzione dei dissesti.

Interventi di varia natura (rimboschimento, allungamento del turno, conversione all'altofusto, aumento della matricinatura, etc.) vengono pertanto proposti o imposti, anche in assenza di criteri oggettivi per la definizione dell'efficacia protettiva del bosco in relazione alle modificazioni indotte dagli stessi interventi e quindi nell'impossibilità pratica di quantificarne i "benefici" attesi.

Per la redazione delle linee guida di indirizzo selvicolturale sono stati seguiti, nel corso di svolgimento del progetto, due approcci metodologici diversi

Il primo approccio prevedeva lo studio di unità idrografiche, rilevandone tutte le caratteristiche ritenute di interesse quali la geomorfologia, la pedologia, la vegetazione, le modificazioni di uso del suolo, con esecuzione di interventi sperimentali selvicolturali e successivamente monitorati.

I lavori sono stati realizzati nel corso del 2004 - 2005. Successivamente sono stati effettuati monitoraggi per la verifica degli effetti apprezzabili nei 2 anni conclusivi della ricerca.

In riferimento alla fustaia gli obiettivi fondamentali perseguiti sono:

- verificare se e come sia possibile rinfoltire naturalmente soprassuoli radi al fine di migliorarne l'efficienza nei confronti della conservazione del suolo;
- rompere l'eccessiva uniformità delle faggete oggetto di indagine.

Per quanto riguarda il ceduo gli interventi selvicolturali proposti perseguono tre finalità principali:

- verificare se e come sia possibile ricondurre a regime formazioni di ceduo a sterzo oltre turno;
- acquisire informazioni sull'influenza del ceduo a sterzo sulla franosità di versante;
- verificare l'effetto del ceduo a sterzo sull'erosione superficiale.

2. IL MODELLO DEL PENDIO INDEFINITO

Il secondo approccio ha riguardato l'applicazione del modello del pendio indefinito all'interno di due piccoli bacini interessati dall'alluvione del 2000 in Garfagnana.

2.1 Il comportamento meccanico delle radici

La capacità coesiva delle radici è nota da molto tempo e in studi di settore si riportano notizie d'incremento di resistenza al taglio (misurata) dovuta alla rete di radici che varia dal 95% per suoli sabbiosi-limosi popolati da *Tilia cordata* al 70% in foreste miste di conifere su suoli glaciali della British Columbia (Canada); in ogni modo a prescindere dai valori numerici, in molte situazioni la massa secca di radici si è dimostrata essere il parametro più correlato alla resistenza a trazione del suolo (Ziemer, 1978). La schematizzazione del meccanismo di azione dell'apparato ipogeo all'interno del suolo, può essere ricondotta alle teorie sulle terre rinforzate. L'incremento di resistenza offerto dalle radici può essere espressa mediante la formula:

$$\Delta S_r = t_r (\cos\theta \tan\phi + \sin\theta)$$

dove t_r (resistenza media mobilizzata per unità di suolo) è uguale a Tr (Ar/A) con Tr = resistenza a trazione delle radici e (Ar/A) detta RAR (root area ratio) è il rapporto di area radicata, θ angolo formato dalla radice distorta e il piano di taglio, ϕ angolo d'attrito interno del terreno.

Il termine t_r ha le dimensioni di una coesione cioè forza / superficie.

La resistenza radicale è direttamente legata alla RAR (o rapporto di area radicata).

2.2 Il modello di stabilità

La stabilità del terreno è stata valutata mediante il semplice metodo del pendio indefinito che ricerca le condizioni di equilibrio limite di un prisma di terreno, omogeneo lungo lo spessore, considerato isotropo, delimitato da un piano superiore coincidente con la superficie del suolo, e da un piano inferiore, ricercato per tentativi, posto all'interno del profilo e corrispondente alla superficie di rottura.

Le condizioni di stabilità sono state espresse mediante il fattore di sicurezza F_s dato dal rapporto tra forze stabilizzanti/destabilizzanti:

In condizioni di equilibrio limite il coefficiente vale 1.

I parametri relativi a questa sono due:

- la coesione dovuta all'apparato radicale c_v ;
- il sovraccarico trasmesso sul terreno W .

In Figura 2 è rappresentata la schematizzazione con le rispettive grandezze considerate.

Nella figura, la zona superiore in tratteggio largo rappresenta una zona satura dovuta al fronte d'infiltrazione (di spessore h) connesso ad un evento meteorico, mentre la zona in tratteggio a maglia fine (di spessore h_w) rappresenta un moto di filtrazione alla base del profilo.

La formula generale ricavata è la seguente:

$$F_s = \frac{c' + c_v + \left\{ \left(\sum h_j \gamma_{sat} \right) + \left(z - \sum h_j \right) \gamma_d - h_w \gamma_w \right\} \cos\beta + W}{\left\{ \sum h_j \gamma_{sat} + \left(z - \sum h_j \right) \gamma_d \right\} \cos\beta + W} \tan\phi'$$

per $z \leq$ soglia di radicazione

dove :

c' coesione efficace

γ_{sat} = peso specifico del terreno in condizioni di saturazione

h_j = spessore complessivo della zona satura sovrastante la superficie di scorrimento potenziale a profondità z

h_w = altezza continua d'acqua insistente sul piano a profondità z

γ_w = peso specifico dell'acqua

β = angolo d'inclinazione del pendio

ϕ' = angolo d'attrito interno efficace

γ_d = peso specifico del terreno non saturo.

c_v = coesione aggiuntiva dovuta all'apparato radicale

W = sovraccarico della vegetazione (fusto, chioma, radici)

Per verifiche in varie situazioni si operano delle semplificazioni eliminando i parametri con valore nullo.

Tra le forze che agiscono nel prisma di terreno considerato sono presenti, il sovraccarico dovuto al peso della vegetazione sovrastante, espresso come carico distribuito (kPa) e la coesione radicale espressa anch'essa in kPa.

$$F_s = \frac{c' + c_v}{(z \gamma_d \cos\beta + W) \sin\beta} + \frac{\tan\phi'}{\tan\beta}$$

Da notare come F_s sia determinato da due contributi: la componente dovuta ai termini di coesione e la componente fissa data dal rapporto $\tan\phi'/\tan\beta$. Si vede come la profondità sia importante solo se le due coesioni sono diverse da zero.

Dalle simulazioni effettuate è emerso che con bassi valori di W la vegetazione non ha un ruolo destabilizzante per il sovraccarico prodotto mentre per alti (ipotetici) valori di W inizialmente essa è destabilizzante solo per superfici molto prossime al piano campagna.

La componente di resistenza dovuta agli apparati radicali appare molto significativa sino al limite imposto alla soglia di radicazione, dove il modello evidenzia una netta riduzione dei valori di F_s .

La vegetazione per i risultati conseguiti mostra nel complesso effetti positivi per la stabilizzazione rispetto al suolo nudo. Il massimo effetto stabilizzante si ha in presenza di fronti di saturazione (quindi in condizioni di stabilità ridotta) che interessano i primi 1-1,5 m del suolo.

Riguardo il peso della vegetazione è necessario studiare come il peso di un singolo albero si scarica nel suolo perché abbiamo visto come cambia la situazione ricavando W con ipotesi diverse. L'entità dell'effetto stabilizzante della vegetazione è strettamente connessa alla profondità raggiunta dall'apparato radicale (soglia di radicazione). Questo parametro introdotto in maniera esplicita nelle simulazioni, è stato ottenuto tramite osservazioni in campo.

La stima della distribuzione spaziale del coefficiente di sicurezza F_s , sull'intera area oggetto dello studio, è stata eseguita utilizzando il modulo di calcolo distribuito, a scala di cella, denominato *Map Calculator* disponibile su *ArcView 3.3*.

A tale scopo, sono stati considerati tutti i parametri con cui si calcola il coefficiente di sicurezza in terreno saturo e con presenza di vegetazione. Si è proceduto, quindi, utilizzando le condizioni presenti il giorno dell'alluvione, combinando per ogni cella, stabilita di 5 m x 5m, i valori dei parametri che entrano in gioco per la valutazione del coefficiente F_s .

Tutti i parametri sono stati attribuiti ai vari tematismi e, con l'utilizzo di *Map Calculator*, dopo aver impostato, in vari passaggi, la formula del coefficiente di sicurezza F_s , è stato calcolato e visualizzato a video il risultato, in modo da evidenziare le zone in cui F_s scende al di sotto di 1.

Il risultato di tale elaborazione è visibile nelle figure in cui si vede la distribuzione reale dei dissesti e le aree che il calcolo ha considerato al di sotto del coefficiente di sicurezza 1 e quindi potenzialmente instabili. La figura mostra una buona correlazione fra i dissesti reali e le aree considerate suscettibili al dissesto.

3. CONCLUSIONI

Le prime valutazioni effettuate portano a ritenere che lo sviluppo dell'apparato radicale e la sua influenza come fattore resistente siano molto più rilevanti ai fini della stabilità del versante di quanto non sia il peso della parte epigea della formazione forestale. La resistenza indotta dall'apparato radicale, nell'area di influenza del suo sviluppo, introduce nel versante una coesione apparente che consente di raggiungere significativi incrementi del fattore di sicurezza in confronto ad analoghe condizioni del versante senza sviluppo dell'apparato radicale.

Occorre ricercare quindi quelle forme di governo del bosco che permettano la massima continuità nel tempo e nello spazio degli apparati radicali.

Evidentemente tutte le coperture forestali che raggiungono la maturità contemporaneamente presentano un picco di distribuzione dell'apparato radicale seguito a breve da una brusca riduzione al momento del taglio.

Nel caso delle fustaie, i rilievi hanno evidenziato, nelle parcelle sperimentali, una forte omogeneità sia strutturale sia di età. Tale caratteristica è ritenuta negativa per molte delle funzioni del bosco, in particolare per quella protettiva.

Gli interventi previsti si propongono di interrompere l'omogeneità del soprassuolo, intervenendo gradualmente e con operazioni mirate inizialmente a rendere disetaneo o disetaineforme il bosco, ipotizzando di aumentare, in questo modo, la stabilità e diminuendo la possibilità di crolli, ribaltamenti, ecc.

Nel caso del ceduo a sterzo, è stato verificato che questa forma di trattamento non comporta aumenti di peso né sollecitazioni meccaniche del terreno mentre la conservazione di un buon apparato radicale dovrebbe impedire il ribaltamento delle ceppaie, evitando quindi l'infiltrazione e il possibile innesco di frane con la permanenza del tempo del fattore dovuto alla coesione apparente.

La rappresentazione della distribuzione del coefficiente di sicurezza ottenuta attraverso l'applicazione areale del modello di pendio indefinito mostra una significativa correlazione con la distribuzione dei dissesti avvenuto a seguito dell'evento meteorologico del novembre 2000.

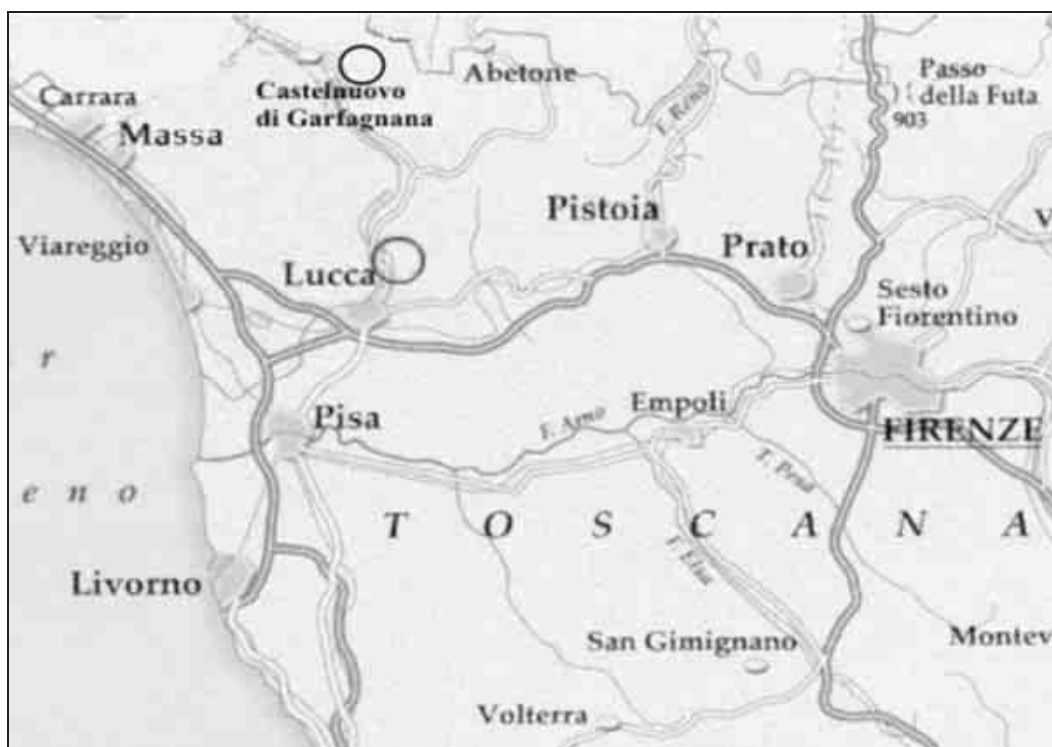


Figura 1. Localizzazione delle aree di studio.

Figure 1. View of studying area.

Figure 1. Localisation des zones d'étude.

<i>Area sperimentale n. 1: Taglio di semenzatura</i>									
	<i>N. piante</i>	<i>d. medio</i>	<i>G</i>	<i>Volume (IFN) m³</i>	<i>Massa media (kg)</i>	<i>Massa tot inf</i>	<i>Massa tot sup</i>	<i>Massa tot media</i>	<i>Densità m² /pianta</i>
Prima intervento	445	31	33,95	309,113	188.559	215142	316.531	263.982	22
intervento	235	29	16	144,622	88.220	100.657	148.093	123.508	
Dopo intervento	210	33	19,95	164,49	100.339	114.485	168.438	140.475	48
% intervento	53		47						
<i>Area sperimentale n. 2: Taglio di semenzatura e misto preparazione-sementazione</i>									
	<i>N. piante</i>	<i>d. medio</i>	<i>G</i>	<i>Volume (IFN) m³</i>	<i>Massa media (kg)</i>	<i>Massa tot inf</i>	<i>Massa tot sup</i>	<i>Massa tot media</i>	<i>Densità m² /pianta</i>
Prima intervento	484	30	33,42	304,205	185.565	211.726	311.505	259.791	21
intervento	248	27	14,22	128,799	78.567	89.644	131.890	109.994	
Dopo intervento	236	32	19,2	175,406	106.997	122.082	179.615	149.796	42
% intervento	51		43						
<i>Area sperimentale n. 3: Ripristino taglio a sterzo</i>									
	<i>N. polloni</i>	<i>diam. medio</i>	<i>G</i>	<i>Volume (IFN) m³</i>	<i>Massa media (kg)</i>	<i>Massa tot inf</i>	<i>Massa tot sup</i>	<i>Massa tot media</i>	<i>Densità m²/ceppaia</i>
Prima intervento	3.269	13	43,4	335,888	204.891	233.792	343.949	286.828	
intervento	1.423	15	26,79	207,622	126.649	144.517	212.605	177.291	
Dopo intervento	1.846	11	16,61	128,266	78.242	89.275	131.344	109.537	
% intervento	44		62						
n°ceppaie vive	891								11
n°ceppaie morte	263								
n°ceppaie totali	1.154								8,6

Tabella 1. Caratteristiche dendrometriche prima e dopo gli interventi nell'alto fusto e nel ceduo.

Table 1. Parameter before and after works in high forest and coppices.

Tableau 1. Caractéristiques dendrométriques avant et après les interventions dans l'haute futaies et le taillis.

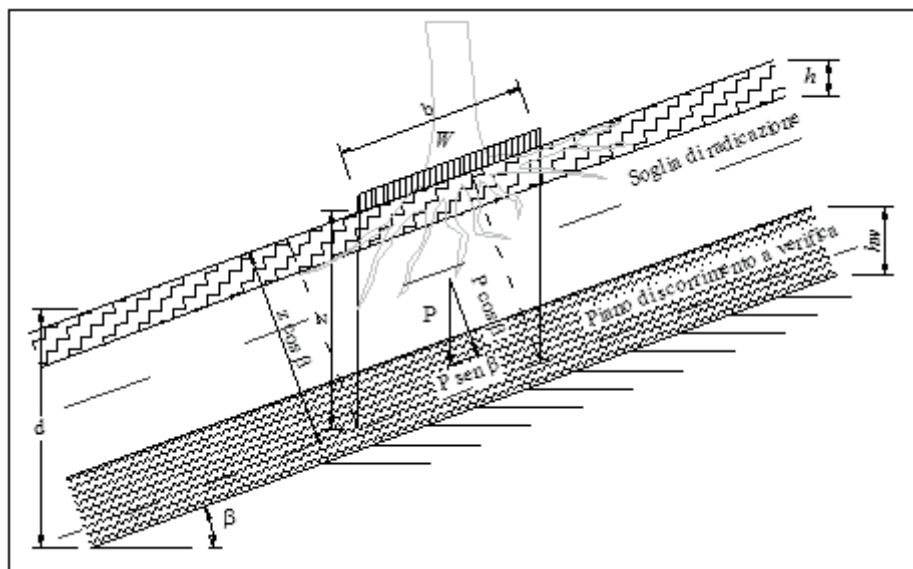


Figura 2. Condizioni geotecniche possibili.

Figure 2. Possible geotechnical conditions.

Figure 2. Conditions géotechniques possibles.

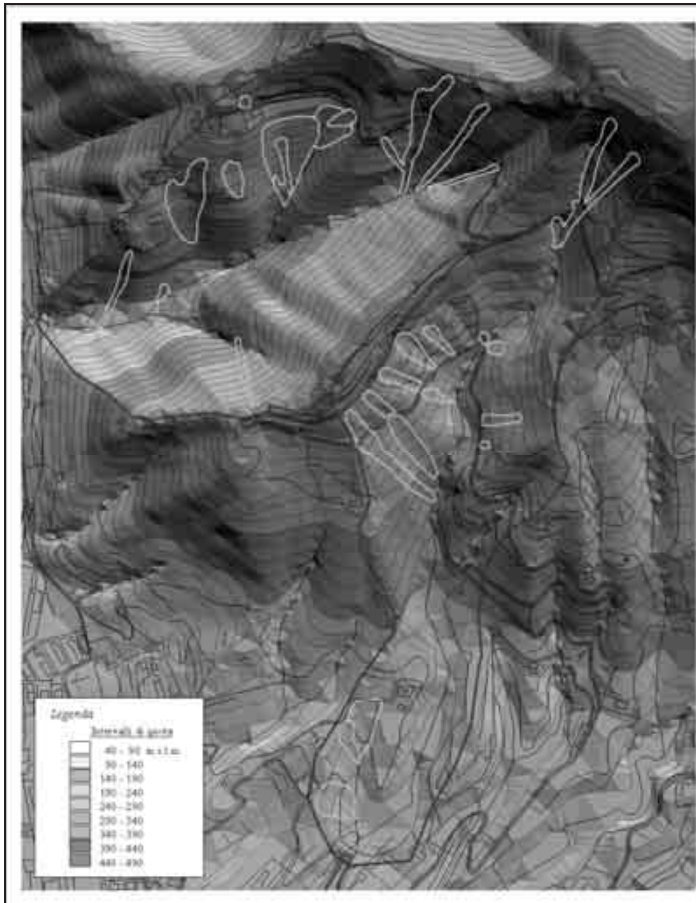


Figura 3a. Distribuzione dei dissesti.
 Figure 3a. Slopes distribution.
 Figure 3a. Distribution des débâclés.

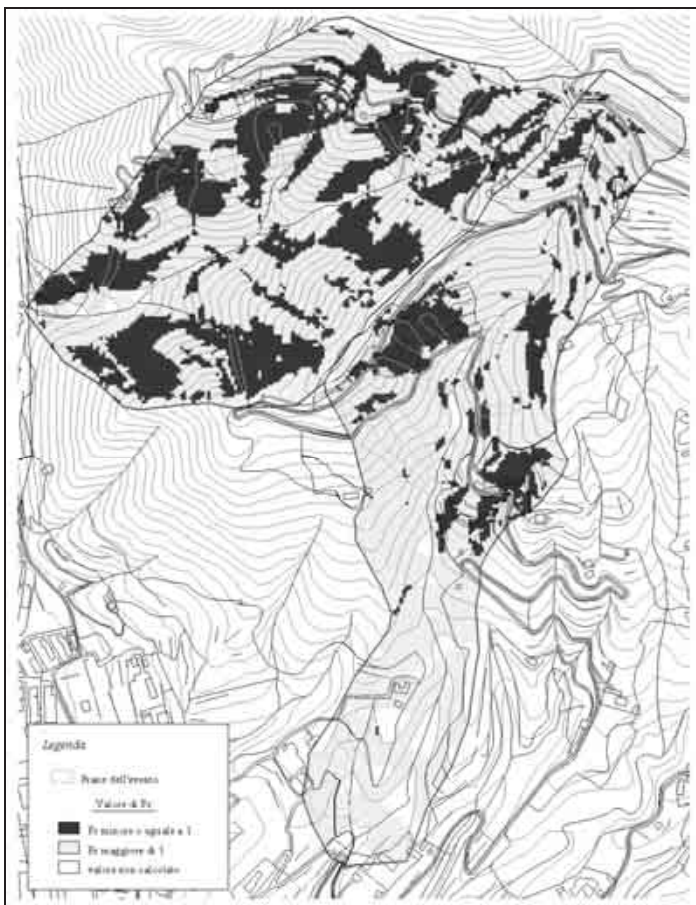


Figura 3b. Distribuzione delle aree con coefficienti di sicurezza inferiore a 1.
 Figure 3b. Distribution of areas with security coefficient below 1.
 Figure 3b. Distribution des zones avec un coefficient de sécurité inférieur à 1.

SUMMARY

RESEARCH STUDY: RELATIONSHIP BETWEEN FORESTRY MANAGEMENT AND SLOPE STABILITY

The Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione nel Settore Agricolo-Forestale (A.R.S.I.A.) assigned a research about the "Relationship between silvicultural management of the woods and stability of the slopes" to a group made up of University Depts., private parties and Public Organizations coordinated by D.R.E.A.M. Italia srl.

The research program was meant to start the analysis of the relationships present or possible between silvicultural management of the woods and stability of the slopes, in order to be able to supply technical and scientific supports and project criteria for forestry works.

Interventions were implemented in experimental parcels of beech-tree forests, to anticipate the turns of cutting and make the forest less uniform and of old beech coppice for the restoration of selection system. Stability incidence indicators of the forestry covering were also evaluated through the indefinite slope model. The model was applied to an area of Garfagnana region affected by catastrophic events in 2002, with a good correspondence between the slope model and the observed upheavals.

The results of the model simulations indicate, terrain saturation being equal, a considerable influence of the growth of the root systems compared to the weight of the epigeal part of the plants.

RÉSUMÉ

PROJET DE RECHERCHE: RELATION ENTRE GESTION SYLVICULTURELLE DES BOIS ET STABILITE DES VERSANTS

L'Agence Régional pour le Développement et l'Innovation dans le Secteur Agricole-Forestier (A.N.F.I.A.) a confié au regroupement constitué par Offices de recherche, sujets privés et Offices Publics coordonné par D.R.E.A.M. Italia srl, une recherche relative à "Relation entre gestion sylviculturelle des bois et stabilité des versants".

Le programme de recherche entamé se proposait de commencer l'analyse des possibles et présents relations entre la gestion sylviculturelle des bois et stabilité des versants, pour pouvoir fournir supports techniques et scientifiques aux orientations et critères des projets pour interventions forestiers. Les interventions ont été réalisées dans les parcelles expérimentales de haute futaies de hêtre, pour avancer l'ordre de taillis et rendre moins uniforme la forêt et taillis vieilli de hêtre pour la remise du taillis fureté. En plus ils ont été évalués les paramètres d'incidence de la stabilité des couvertures forestières parmi du modèle de pente indéfinie. Le modèle a été appliqué à une surface de la Garfagnana (Italie, Toscane) frappée par des catastrophiques événements en 2002, avec une bonne correspondance entre le modèle de versant et les événements observés. Les résultats des simulations du modèle indiquent, à égalité de saturation du terrain, une sensible influence du développement des appareils radicales par rapport au poids de la partie épigée des plantes.

ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI ELEMENTI DI VULNERABILITÀ AMBIENTALE DELLE FORMAZIONI FORESTALI DELLA BASILICATA MEDIANTE L'USO DI SISTEMI A INDICATORI CHIAVE (*KEY INDICATOR BASED SYSTEMS*)

(*) Dipartimento di Scienze dei Sistemi Culturali, Forestali e dell'Ambiente, Università degli Studi della Basilicata, Potenza

(**) Scuola di Dottorato Internazionale in "Sistemi Culturali, Forestali e Scienze dell'Ambiente" Dipartimento di Scienze dei Sistemi Culturali, Forestali e dell'Ambiente, Università degli Studi della Basilicata, Potenza

I Sistemi a Indicatori Chiave (*Key Indicator Based Systems*) permettono di analizzare, in maniera efficiente e dettagliata, le caratteristiche di sistemi territoriali anche molto vasti e di individuare le componenti di criticità o di peculiarità presenti in tali ambiti. Tra questi sistemi la metodologia ESA (*Environmental Sensitive Areas*) per l'individuazione delle aree sensibili alla desertificazione prevede l'uso di informazioni territoriali relative alle caratteristiche del suolo, del clima, della vegetazione e della gestione del territorio, all'interno di uno schema di elaborazione dei dati di grande flessibilità ed efficienza. Questa metodologia è stata applicata di recente all'intero territorio della Basilicata, nell'ambito dei progetti Desertnet1 e Desertnet2, con la realizzazione della Carta delle Aree Sensibili alla Desertificazione (l'aggiornamento è di febbraio 2008). Nel presente lavoro, allo scopo di quantificare i livelli di vulnerabilità delle aree forestali della Basilicata e di individuare i fattori che concorrono alla loro determinazione è stata operata una analisi di raggruppamento realizzata attraverso la tecnica statistica di *clustering* denominata *k-means*, utilizzando come dato di *input* i livelli di vulnerabilità intermedi (relativi a suolo, clima, vegetazione e management) e complessivi (ESA). L'analisi ha consentito di ottenere dei gruppi (*cluster*) a elevata omogeneità inter-classe e alta disomogeneità tra le classi. In questo modo è stato dunque possibile individuare aree omogenee rispetto ai livelli di vulnerabilità ambientale delle formazioni forestali lucane. L'interpretazione delle relazioni tra le aree omogenee individuate dall'analisi di *cluster* e le fisionomie di primo livello della Carta Forestale Regionale e le successive operazioni di estrazione e di *cross-classification*, hanno permesso poi di approfondire il livello di analisi complessivo, consentendo di individuare i singoli fattori che concorrono alla determinazione del livello di vulnerabilità di ognuna delle fisionomie forestali, a partire da superfici unitarie di 900 m² fino ad ambiti territoriali di maggiore estensione come Comuni, Comunità Montane, Bacini idrografici, Parchi, ecc.

Parole chiave: foreste, vulnerabilità ambientale, desertificazione, ESA.

Key words: forest, environmental sensitivity, desertification, ESA.

Mots clés: forêts, sensibilité de l'environnement, désertification, ESA.

PREMESSA

Le aree vulnerabili sono ambiti territoriali che richiedono la predisposizione di specifici e contestualizzati strumenti di tutela per il complesso delle caratteristiche di fragilità e vulnerabilità che li caratterizza e che ne rende lo stato lontano dall'equilibrio. L'identificazione del grado di criticità, l'analisi dell'incidenza delle azioni programmate e la stima delle loro ricadute ambientali consentono di individuare in modo appropriato ed efficiente le specifiche prescrizioni e raccomandazioni attuative. Dall'incrocio dei dati dell'Atlante Nazionale delle aree a rischio di degradazione in Italia con quelli del IV livello di Corine Land Cover 2000 risulta che in Italia circa il 25% di queste aree è coperto da vegetazione forestale: le formazioni più diffuse sono, nell'ordine, i boschi a prevalenza di querce caducifoglie, i boschi a prevalenza di querce sempreverdi, la macchia bassa e le garighe, le pinete di pini mediterranei (Corona, 2005). Per la loro molteplicità di funzioni le foreste rivestono poi un ruolo fondamentale nella conservazione della biodiversità e nella lotta contro i cambiamenti climatici. La loro tutela richiede dunque l'adozione di misure specifiche e adeguate. In tale ambito, un'analisi ambientale va

affrontata attraverso l'utilizzo di differenziate e molteplici informazioni, allo scopo di rappresentare in modo efficace e sintetico lo stato dell'ambiente e di monitorarne la progressiva evoluzione, anche attraverso l'osservazione delle relazioni causa-effetto tra diversi fenomeni. È dunque necessario armonizzare strumenti, norme e indicatori per l'individuazione delle aree a rischio, per la tutela degli ecosistemi fragili e la corretta pianificazione e gestione forestale.

Al fine di definire e indicare le linee di sviluppo sostenibile del territorio in generale e forestale in particolare, è poi di fondamentale importanza, non solo individuare i livelli di vulnerabilità ambientale, ma precisare i fattori che concorrono alla determinazione dei differenti gradi di criticità come ad es. i fattori legati al suolo, quelli climatici, i fattori di pressione antropica o quelli legati alla vegetazione (Ferrara, 2005a, Kosmas *et al.*, 1999). Nel presente lavoro la definizione dei principali elementi di criticità dei boschi della Basilicata è stata ottenuta attraverso l'analisi statistica delle informazioni sulla vulnerabilità ambientale determinata secondo la metodologia ESA (*Environmental Sensitive Areas*, Kosmas *et al.*, 1999), utilizzando i dati della Carta della sensibilità ambientale alla desertificazione (Ferrara *et al.*, 2004a) aggiornati con il presente progetto e i dati

sulle formazioni forestali della Carta Forestale Regionale (Costantini *et al.*, 2006). Al riguardo va brevemente ricordato che una “Area Vulnerabile” è considerata come una specifica entità territoriale nella quale fattori ambientali, socio-economici e di gestione non sono in equilibrio tra loro o non sono sostenibili per quel determinato ambiente (Ferrara *et al.*, 2005). In sintesi la metodologia si basa su carte elementari (strati o *layers*) rielaborate mediante l’attribuzione di punteggi in grado di esprimere quantitativamente il peso esercitato da ciascun parametro ambientale nel modificare la condizione di equilibrio di un sistema ecologico (AAVV, 2005). I valori più alti, ad esempio, si riferiscono a condizioni climatiche, edafiche, vegetazionali o di gestione antropica che esercitano pressioni negative sul territorio e lo predispongono a maggiore vulnerabilità. La qualità del suolo, del clima, della vegetazione e dei fattori socio-economici, è stimata come media geometrica dei punteggi di strato mentre la vulnerabilità ambientale è calcolata mediante ⁽¹⁾:

$$VA_{ij} = (Qualità\ 1_{ij} + Qualità\ 2_{ij} + Qualità\ 3_{ij} + Qualità\ 4_{ij})^{(1/4)}$$

Le analisi sono state condotte in ambiente GIS *raster-based* che offre la possibilità di creare tabelle e mappe tematiche, di cross-correlarle e di estrarre da esse informazioni statistiche, quali medie, valori minimi e massimi, totali, *range* e deviazioni standard, calcolate considerando i valori di tutti i pixel dell’immagine analizzata. Le carte delle Qualità e dell’ESA sono state poi combinate con la Carta Forestale Regionale mediante analisi di *cross tabulation* con cui è stato possibile il confronto cella per cella delle immagini di input, procedura che fornisce una soluzione sia in formato spaziale che di matrice riportante i risultati dell’incrocio delle immagini. Ciò ha permesso di evidenziare le relazioni esistenti tra i fattori di rischio legati al clima, al suolo, alla vegetazione e al management e di comprendere in maniera più approfondita e per ciascuna formazione forestale, il ruolo dei fattori elementari nella definizione dei differenti livelli di vulnerabilità delle formazioni forestali regionali.

1. ANALISI DELLA VULNERABILITÀ AMBIENTALE DEI BOSCHI DELLA BASILICATA

1.1 La situazione complessiva

La consistenza e la distribuzione dei differenti livelli di vulnerabilità ambientale del territorio lucano possono essere valutate analizzando la ripartizione in termini percentuali delle otto classi di vulnerabilità del territorio regionale, così come definite nel primo progetto Desertnet e aggiornate nel progetto Desertnet2 (Ferrara *et al.*, 2004a). Il diagramma in figura 1 mostra una situazione buona in termini di vulnerabilità complessiva a livello regionale: il 50% circa del territorio non è interessato, o lo è solo potenzialmente, il 40% presenta condizioni di differente fragilità e solo una porzione inferiore al 10 % di aree presenta livelli di criticità più o meno elevati. Analizzando poi la distribuzione spaziale delle aree sulla carta in figura 1 è possibile notare che le aree più sensibili sono distribuite soprattutto

nella zona orientale della regione e coincidono con la parte di territorio interessata da fenomeni calanchivi e da maggiore severità del clima e vulnerabilità della vegetazione.

Per quanto riguarda le superfici forestali, secondo i dati della Carta Forestale Regionale, la Superficie Forestale Inventariale (comprendente anche le categorie forestali minori, Costantini *et al.*, 2006 e di seguito indicata come ‘superficie forestale’) della Basilicata è di 354.895 ha, cui corrisponde un indice di boscosità complessivo del 35.6%. Nel complesso delle formazioni forestali si nota la netta prevalenza dei querceti mesofili e meso-termofili, che rappresentano il 51.8% della superficie forestale inventariale mentre nessuna delle altre categorie fisionomiche raggiunge la soglia del 10%; i boschi di faggio si attestano all’8.4% e, in ordine decrescente di rappresentatività, la macchia mediterranea (7.9%), gli arbusteti termofili (6.9%), gli altri boschi di latifoglie mesofile e meso-termofile (5.5%), ecc.

Nel presente studio sono state analizzate le formazioni del primo livello fisionomico della Carta Forestale Regionale. Per ognuna di queste categorie sono state condotte le analisi per valutare i differenti livelli e fattori di vulnerabilità ambientale come riportato in tabella 1. Dall’analisi dei dati in tabella si può notare che i boschi di Leccio, di Faggio e i castagneti sono le formazioni che presentano i livelli più bassi di vulnerabilità ambientale con percentuali di appartenenza alla classe N (Non interessate) superiori al 70%, i boschi di pini mediterranei ricadono invece in prevalenza nella classe di rischio F2 (Fragili 2) e la gariga è indubbiamente la tipologia di copertura che risulta maggiormente esposta a fenomeni di degrado con percentuali di appartenenza alle classi di rischio F1, F2, C1 e C2 molto alte. L’incrocio dei dati della Carta Forestale Regionale e di Sensibilità ambientale alla desertificazione della Regione Basilicata consente di analizzare i differenti livelli di vulnerabilità delle tipologie forestali presenti, in differenti modi come di seguito esaminato.

1.2 La Vulnerabilità Ambientale per gruppi omogenei dei fattori rischio

La quantificazione dei livelli di Sensibilità ambientale al rischio di desertificazione delle aree forestali della Basilicata e l’individuazione dei fattori che concorrono alla loro determinazione, può essere effettuata mediante *cluster analysis*, considerando come dato di *input* le qualità intermedie (qualità del suolo, qualità del clima, qualità della vegetazione e qualità gestionali) e i valori Sensibilità alla desertificazione derivanti dall’applicazione degli algoritmi di combinazione previsti dalla metodologia ESA.

Il metodo di *clustering* utilizzato è il *K-means*, procedura che consente l’individuazione di gruppi omogenei basandosi su alcune selezionate caratteristiche: i dati di ingresso sono stati SQI, CQI, VQI, MQI e ESA (Ferrara *et al.*, 2004a e b, Ferrara *et al.*, 2005, Ferrara, 2005a e b). Il metodo *K-means* appartiene agli algoritmi di raggruppamento non gerarchici (detti di partizionamento) che attribuiscono in maniera univoca i dati a un unico gruppo e ogni gruppo non presenta alcuna sovrapposizione con gli altri. Selezionato il numero di cluster da utilizzare, il metodo individua in maniera arbitraria *k* punti corrispondenti al numero di cluster prescelti: l’attribuzione di ogni dato ad un determinato gruppo avviene in funzione della distanza euclidea del dato dal centroide del cluster. L’acquisizione o l’esclusione

¹ Per gli approfondimenti metodologici si consulti Ferrara *et al.*, 2004a e b, Ferrara *et al.*, 2005, Ferrara, 2005a e b.

di un dato dal cluster modifica il centroide dello stesso e questo determina lo spostamento dei dati da un cluster all'altro. La procedura continua iterativamente fino a che tutti i cluster non acquisiscono né cedono più alcun dato. Il procedimento consente di ottenere gruppi con elevata omogeneità inter-classe e alta disomogeneità tra le classi. Il numero di cluster utilizzato nelle successive analisi è stato individuato con procedimento iterativo partendo da un minimo di tre cluster e valutando di volta in volta i risultati che si ottenevano con aumenti unitari del numero di cluster. Basandosi sulla valutazione dei parametri statistici (analisi della varianza, numero di record appartenenti ad ogni cluster, centroidi dei cluster, ecc.) e sulla conoscenza delle caratteristiche ambientali della regione, sono stati utilizzati 3 cluster, valore che ha consentito un'interpretazione ottimale dei risultati, mantenendo un buon livello di dettaglio. Per poter condurre tale analisi sono stati estratti i valori dei pixel di ognuno degli strati informativi utilizzati. Poiché la risoluzione originaria dei dati raster (30 m * 30 m) avrebbe condotto all'estrazione di un numero eccessivo di records si è resa necessaria una operazione di ricampionamento dei layers: la risoluzione finale di 600 m * 600 m è risultata il giusto compromesso tra risoluzione spaziale dei dati e l'efficienza delle elaborazioni statistiche (ogni pixel rappresenta un record del foglio di calcolo del software di elaborazione statistica).

La *cluster analysis* applicata nei termini esposti ha portato all'individuazione di tre gruppi (o tipologie di superfici forestali) omogenei rispetto ai livelli e alle caratteristiche di vulnerabilità ambientale. La distribuzione della superficie forestale regionale nei tre cluster rappresenta tre tipologie di vulnerabilità ambientale, con il cluster 1 caratterizzato da valori di vulnerabilità ambientale contenuti, il cluster 2 che si differenzia dal cluster 1 soprattutto per fattori micro-stazionali quali le caratteristiche morfologiche, topografiche (l'esposizione) e quelle pedologiche e il cluster 3, costituito da aree con caratteristiche di mediterraneità accentuata, che presenta differenti caratteristiche climatiche, vegetazionali e dei suoli. I valori medi delle quattro qualità intermedie e dell'ESA di ogni singolo cluster sono stati poi riclassificati nelle classi previste dalla metodologia ESA (figura 2) allo scopo di evidenziare meglio i fattori che maggiormente influiscono nella differenziazione delle tre tipologie di aree forestali. Il cluster 1 è caratterizzato mediamente da valori bassi di rischio (classe Esa = N) grazie alla buona qualità sia dei fattori climatici che gestionali; le caratteristiche pedologiche e vegetazionali rientrano nella classe di qualità intermedia. Il cluster 2 si differenzia da quello precedente per caratteristiche microstazionali peggiori soprattutto per quanto riguarda il clima (passaggio della CQI a valori intermedi) ma, come vedremo in seguito, anche per le peculiarità fisiche (maggiori valori di pendenza) e pedologiche. Il rischio rimane comunque mediamente contenuto (classe Esa = P). Un peggioramento delle caratteristiche vegetazionali e, seppure più contenuto, di quelle climatiche e gestionali differenziano il cluster 3. Qui, infatti, le caratteristiche intrinseche della vegetazione e i valori di copertura spesso molto bassi contribuiscono all'aumento generale del rischio. A questi fattori si affiancano soprattutto quelli relativi al clima, vale a dire valori di piovosità media annua contenuti (inferiori a 650 mm) e indici di aridità elevati. Il rischio di desertificazione in questa

area risulta decisamente più elevato rispetto alle aree precedenti (classe ESA = F2).⁽²⁾ Le tre tipologie di aree, risultanti dall'analisi di cluster, sono state correlate con le formazioni vegetali individuate nella Carta Forestale (tabella 2) al fine di una loro ulteriore caratterizzazione.

L'analisi dei dati in tabella evidenzia che le formazioni forestali tipiche dell'area montana (faggete, querceti, castagneti e boschi di latifoglie mesofile e mesotermofile) rientrano, per la maggior parte, nel cluster 1, caratterizzato da livelli bassi di vulnerabilità ambientale. Per i querceti vi è una maggiore appartenenza ai cluster 2 e 3 dovuta alla presenza, a quote più basse, di roverella e farnetto. Gli arbusteti termofili, pur essendo presenti per la maggior parte nel cluster 1, hanno una rilevante presenza nel cluster 2, caratterizzato soprattutto da differenti condizioni del clima (esposizione in particolare) e pedologici. Le formazioni tipiche dell'area mediterranea (conifere mediterranee, macchia e soprattutto gariga) rientrano per la maggior parte nel cluster 3, caratterizzato da condizioni climatiche sfavorevoli (scarsa piovosità, soprattutto nel periodo estivo, elevato indice di aridità) e da caratteristiche di minor qualità della vegetazione (scarsa copertura, modesta capacità di protezione rispetto ai fenomeni erosivi ed elevato rischio di incendio). I boschi di leccio, pur non molto diffusi in Basilicata, rientrano per la maggior parte nel primo cluster essendo prevalentemente dislocati nell'area della costa tirrenica a buona qualità per quanto riguarda i fattori climatici (piovosità) e anche per le loro caratteristiche di resistenza alla siccità e alla capacità di protezione dall'erosione in virtù del notevole grado di copertura di questi soprassuoli.

1.3 La Vulnerabilità Ambientale per tipologie fisionomiche

Come illustrato nel paragrafo precedente, le aree omogenee individuate dall'analisi di raggruppamento sono state correlate con la carta delle formazioni forestali. La *cross-classification* ha portato alla individuazione di aree omogenee per formazione forestale e tipologia di cluster (la combinazione tra i 3 cluster e le 12 formazioni forestali ha portato all'individuazione di 35 aree). Per ognuna di queste aree è poi possibile approfondire il livello di analisi al fine di individuare i fattori del suolo, del clima, della vegetazione e del management che hanno concorso alla determinazione del livello di vulnerabilità ambientale di ogni singola formazione forestale. Di seguito viene riportata, a titolo esemplificativo, l'analisi relativa alle faggete.

Le Faggete

Correlando i dati della Carta Forestale con quelli della Carta della sensibilità ambientale alla desertificazione è possibile evidenziare la ripartizione delle faggete nelle categorie di rischio del sistema ESA e verificare il livello di vulnerabilità ambientale di questa categoria forestale. Dai i

² Vi è da sottolineare che, sebbene nei tre cluster alcune qualità intermedie appartengano alla stessa classe (ad es: la qualità del suolo e quella della gestione), l'analisi dei dati non riclassificati evidenzia come vi siano, anche in queste, sostanziali differenze. Tutti i valori delle qualità, infatti, aumentano passando dal cluster 1 al cluster 3; ciò vale anche per la SQI e, ancor più per la MQI, sebbene esse rientrino, per i tre cluster, nella stessa classe di qualità. Essendo, però, l'algoritmo di combinazione delle qualità intermedie per il calcolo dell'Esa di tipo moltiplicativo, queste differenze (sebbene non consentano al loro interno un passaggio di classe) contribuiscono nella determinazione di livelli differenti di sensitività.

dati in figura 3 si vede che le faggete non sono interessate da nessun tipo di criticità. Una percentuale superiore al 70% delle formazioni è *Non interessata* da fenomeni di vulnerabilità ambientale, mentre la rimanente percentuale ricade in prevalenza nella classe a rischio potenziale, con una presenza trascurabile delle prime classi di fragilità. L'analisi dei *cluster*, come illustrato in precedenza, consente l'individuazione e la caratterizzazione di aree omogenee in termini di vulnerabilità ambientale, rendendo possibile individuarne, all'interno di ogni singola tipologia forestale, la distribuzione e la consistenza. Altre analisi consentono inoltre l'individuazione dei fattori elementari che maggiormente hanno concorso alla definizione dei differenti livelli di Vulnerabilità Ambientale. Sempre in figura 3 sono riportati i risultati di tale analisi, con la rappresentazione della distribuzione delle faggete nei tre cluster.

A conferma dei risultati emersi dalle analisi precedenti, la distribuzione dei boschi di faggio nei tre cluster mostra l'alta percentuale di appartenenza al primo gruppo, caratterizzato da punteggi mediamente bassi ⁽³⁾ per le qualità e dunque da condizioni di assenza, o di semplice potenzialità, di rischio, circostanza riscontrata anche dai valori medi delle singole qualità per ogni cluster, calcolati come media dei punteggi di tutti i pixel appartenenti al cluster stesso e riportati in tabella 3 (in neretto). Nella stessa tabella sono riportati i valori medi dei punteggi dei singoli strati, al fine di evidenziare i loro contributi nel calcolo del punteggio ESA. L'analisi dei valori nella tabella 3 conferma anche che la differenza tra cluster 1 e cluster 2 è soprattutto determinata dalle differenti condizioni del clima e in particolare dall'esposizione; le faggete del cluster 1 vegetano in prevalenza su esposizioni settentrionali mentre quelle del cluster 2 sono, in maggior parte, esposte a Sud. Un contributo alla differenziazione è fornito anche dalle caratteristiche pedologiche, con una maggiore profondità dei suoli nel primo cluster e, dunque, minori livelli di rischio. Le faggete del cluster 3 presentano invece valori di intensità d'uso del suolo e di politiche di tutela peggiori (punteggi più alti) e vegetano in condizioni morfologiche e topografiche leggermente meno favorevoli (elevati valori di pendenza e scarsa profondità dei suoli).

1.4 La Vulnerabilità Ambientale a scala comunale

La conoscenza puntuale e contestualizzata dello stato delle risorse forestali regionali (come illustrata nei paragrafi precedenti) è indubbiamente uno strumento di prioritaria importanza per la redazione di efficienti Piani di Assestamento Forestale, di miglioramento, recupero e/o intervento delle risorse forestali. Parimenti, per la delineazione di adeguate politiche di gestione al livello regionale può risultare opportuno diminuire la scala di analisi, passando a quella comunale, in modo da evidenziare le problematiche sito-specifiche e individuare le soluzioni più adeguate ai differenti contesti di riferimento.

Analogamente a quanto eseguito nel capitolo precedente allo scopo di individuare gruppi omogenei di rischio, in quest'ultima parte del lavoro, è stata eseguita una *cluster analysis*, finalizzata ad indagare la condizione di vulnerabilità delle formazioni forestali ad una scala di riferimento comunale. Anche in questo caso è stato utilizzato come

metodo di clustering il *K-means*, precedentemente illustrato e nella procedura sono stati introdotti come parametri di input tutti gli strati informativi di base utilizzati per la stima della vulnerabilità come valore medio relativo a un determinato comune. In questo modo è stato possibile ricavare informazioni relative all'appartenenza di ciascun comune a uno dei quattro cluster originati. In figura 4 sono rappresentati i gruppi di comuni omogenei per parametri e livello di rischio.

Come si vede in figura 4 la maggior parte dei comuni ricade nei cluster 1 e 2, che indicano situazioni complessivamente favorevoli, seppur tra loro differenziate. I comuni che invece ricadono nei cluster a maggior rischio rappresentano invece il 10% del totale. In termini di superficie forestale si registra che la maggior parte di essa (oltre il 70%) presenta buone condizioni mentre solo una quota di poco superiore al 10% mostra una più elevata sensibilità alla vulnerabilità ambientale (cluster 3). L'analisi dei dati in tabella 4 consente di individuare come tra il cluster 1 e il cluster 2 non vi siano sostanziali differenze per quanto riguarda i valori medi di ESA; la classe media di rischio è, infatti, N = Non affected. Analizzando i singoli strati di input è comunque possibile evidenziare come le differenziazioni tra i due cluster sono dovute essenzialmente al substrato geologico, alle caratteristiche morfo-topografiche e ad alcuni caratteri della vegetazione. Al cluster 4 appartengono quei comuni che presentano valore medio di sensibilità dei boschi uguale a P = Potential. Il leggero aumento del rischio è dovuto in parte alla pietrosità superficiale, alle precipitazioni, ai fattori socioeconomici, ed essenzialmente, al peggioramento caratteristiche vegetazionali. Al cluster 3 appartengono quei comuni a maggiore sensibilità ambientale, comunque contenuta, le cui formazioni forestali rientrano mediamente nella classe di fragilità più bassa (F1). L'aumento della sensibilità ambientale di questi soprassuoli è dovuto in parte alle caratteristiche dei suoli ma, soprattutto, al minor grado di copertura vegetale, ai caratteri della vegetazione e alla quantità delle precipitazioni.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

La necessità di gestire adeguatamente il territorio forestale e le sue risorse impone l'adozione di strumenti di analisi che permettano di identificare e quantificare i fattori alla base dei processi evolutivi potenziali e in atto. I sistemi a Indicatori Chiave rappresentano la risposta a questa esigenza di analisi e interpretazione per la loro semplicità strutturale, efficienza di utilizzo e possibilità di impiegare informazioni provenienti da fonti anche molto differenti tra loro (rilievi, cartografia, immagini telerilevate, dati storici, ecc.).

Nel sistema proposto, l'utilizzo di tecniche di analisi incrociata di dati, applicata ad informazioni preesistenti, con altre raccolte *ad hoc*, può essere utilizzato per l'evidenziazione di specifici fenomeni di degradazione o Vulnerabilità Ambientale in maniera semplice ed efficiente. Inoltre tale approccio, non solo consente l'individuazione di differenti gradi di Vulnerabilità Ambientale, ma rende, al contempo, possibile l'analisi dei fattori che stanno alla base dei fenomeni evolutivi in atto.

³ Bassi punteggi indicano un'alta qualità.

RINGRAZIAMENTI

Lo studio è stato realizzato nell'ambito del progetto dell'Unione Europea 'DesertNet2' finanziato con il Fondo

Europeo di Sviluppo Regionale (FESR), all'interno del Programma Integrato Comunitario PIC Interreg III B - MedOcc (Mediterraneo Occidentale).

Il lavoro è stato svolto dagli autori in parti uguali.

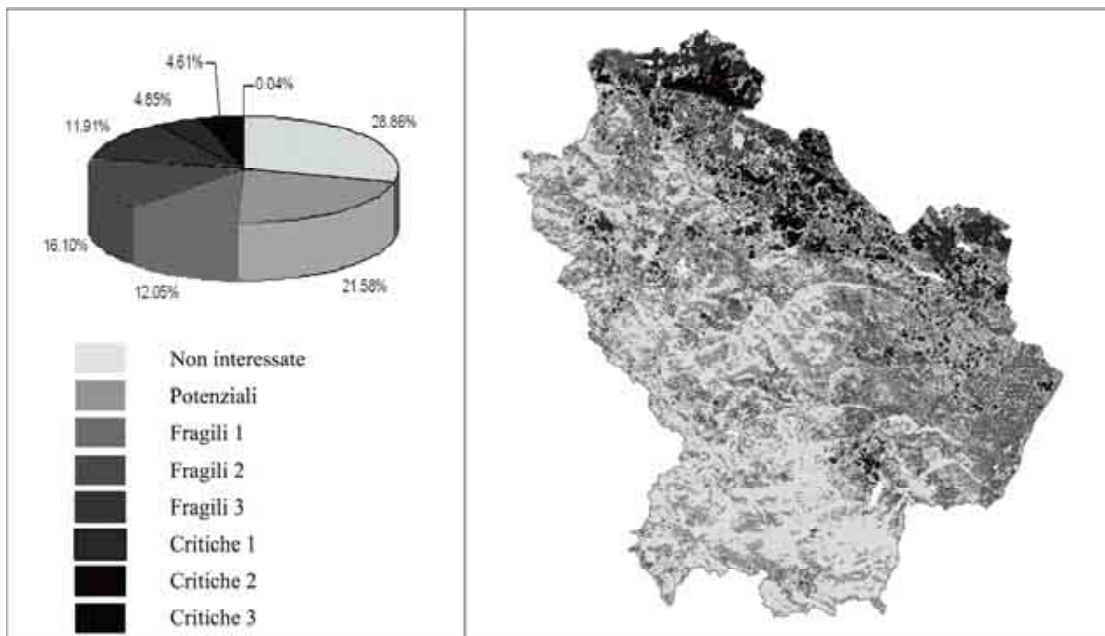


Figura 1. Ripartizione percentuale e distribuzione della superficie regionale nelle classi di rischio ESA.

Figure 1. Distribution of forest surface in classes of ESA risk (as %).

Figure 1. La répartition en pourcentage du territoire régional dans les classes de risque ESA.

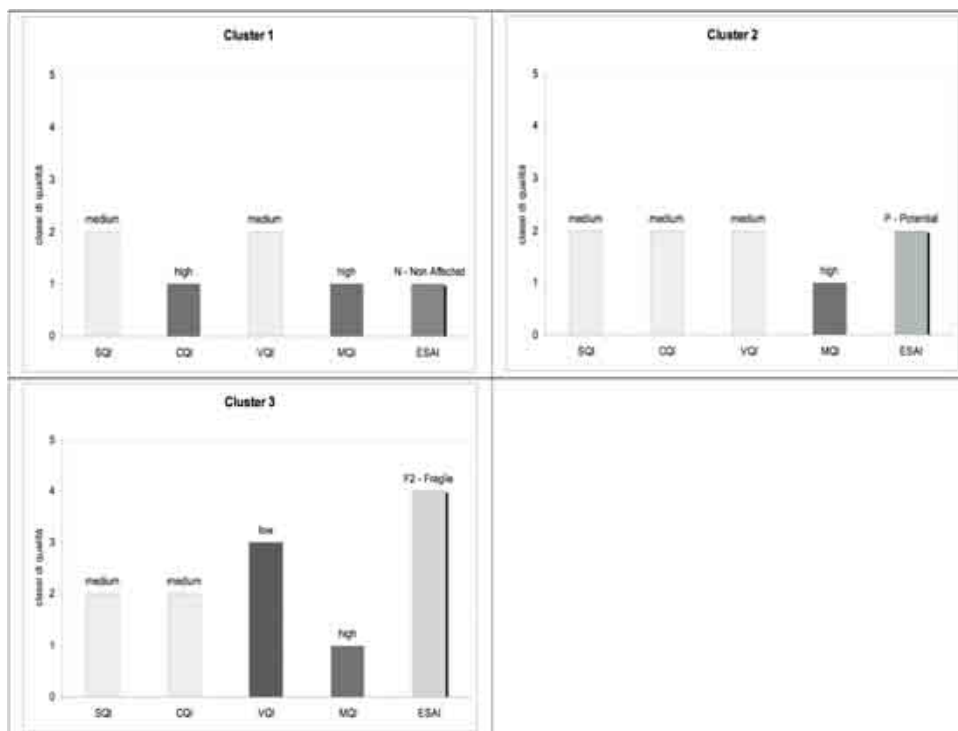


Figura 2. Classi di rischio delle qualità intermedie e dell'ESA per ogni cluster.

Figure 2. Risk classes of qualities and ESA for each cluster.

Figure 2. Les classes de risque des qualités intermédiaires et de l'ESA pour les trois clusters.

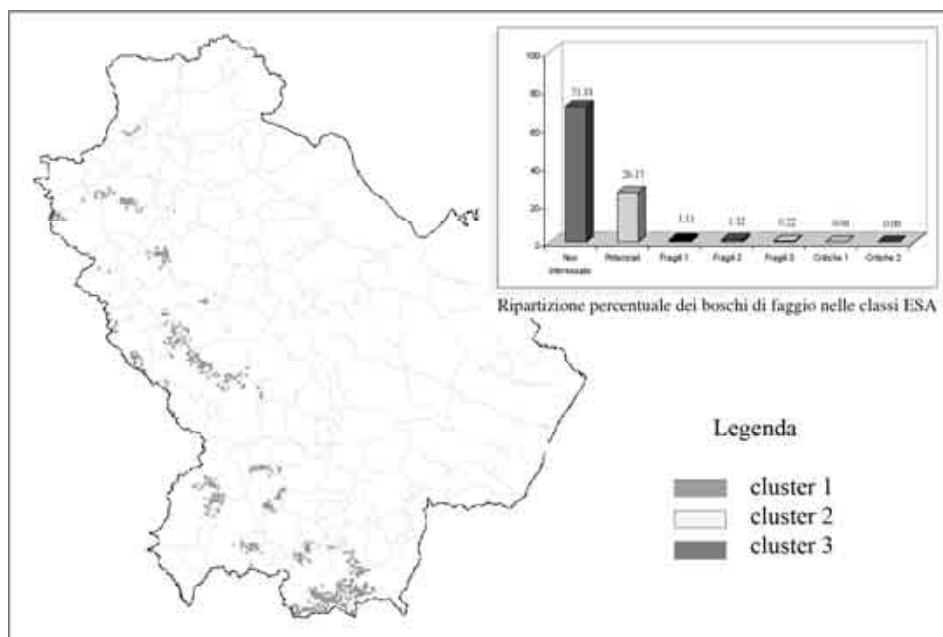


Figura 3. Distribuzione dei boschi di faggio nei tre *cluster* e ripartizione, in termini percentuali, dei boschi di faggio nelle classi ESA.

Figure 3. Distribution, as %, of beech forest in the three clusters and in the ESA classes.

Figure 3. La distribution des bois de hêtre dans les trois clusters et la répartition en pourcentage des bois de hêtre dans les classes ESA.

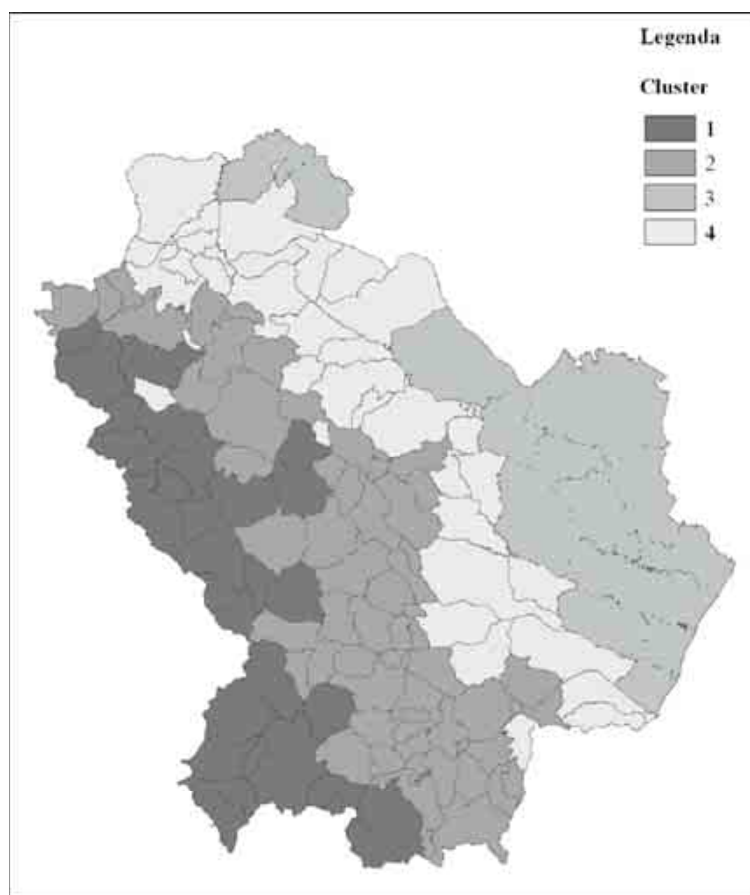


Figura 4. Localizzazione geografica dei cluster.

Figure 4. Geographical position of the clusters.

Figure 4. La localisation géographique des clusters.

Tipologie forestali	Classi ESA (valori percentuali)						
	Non interessate	Potenziali	Fragili 1	Fragili 2	Fragili 3	Critiche 1	Critiche 2
Boschi di Faggio	71,33	26,17	1,11	1,12	0,22	0,04	0,00
Pinete oro-mediterranee e altri boschi di conifere montane e sub-montane	34,62	39,44	18,08	5,97	1,79	0,10	0,00
Boschi di castagno	71,80	24,00	2,51	1,31	0,30	0,08	0,00
Querceti mesofili e mesotermofili	58,81	30,80	6,54	2,82	0,80	0,20	0,03
Altri boschi di latifoglie mesofile e mesotermofile	66,68	25,99	5,01	2,05	0,25	0,02	0,00
Arbusteti termofili	52,21	30,22	11,49	4,33	1,36	0,38	0,01
Boschi di pini mediterranei	9,95	18,94	21,32	24,61	14,34	6,26	4,58
Boschi o macchie alte di Leccio	73,38	18,75	4,59	2,66	0,57	0,03	0,01
Macchia	20,57	28,33	19,08	19,24	9,32	1,91	1,55
Gariga	0,64	4,92	9,79	29,31	21,00	19,90	14,44
Formazioni igrofile	57,45	26,38	9,09	6,10	0,81	0,12	0,04
Piantagioni da legno e rimboschimenti con specie esotiche	34,72	25,44	18,33	13,75	5,56	1,49	0,70

Tabella 1. Ripartizione percentuale delle tipologie forestali nelle classi di rischio.

Table 1. Distribution of forest types in classes of risk (as %).

Tableau 1. La répartition en pourcentage des types forestiers dans les classes de risque.

Formazioni forestali	CLUSTER			
	1 (n. pixel)	2 (n. pixel)	3 (n. pixel)	totale (n. pixel)
Boschi di Faggio	602	236	12	850
Pinete oro-mediterranee	54	96	13	163
Castagneti	168	67	6	241
Querceti mesofili e meso-termofili	2992	1893	188	5073
Altri boschi di latifoglie mesofile e mesotermofile	382	169	13	564
Arbusteti termofili	359	260	49	668
Boschi di pini mediterranei	55	201	266	522
Boschi o macchie alte di leccio	261	85	13	359
Macchia	150	365	249	764
Gariga	0	26	146	172
Formazioni igrofile	243	130	24	397
Piantagioni per arboricoltura da legno e rimboschimenti con specie esotiche	22	23	10	55

Tabella 2. Ripartizione delle formazioni forestali del primo livello della Carta Forestale Regionale nei tre clusters.

Table 2. Distribution of first level forests types of the Regional Forestry Map into the three clusters.

Tableau 2. La répartition des forêts dans le premier niveau de la Carte des forêts de la Région dans les trois clusters.

<i>Strati informativi e qualità</i>	<i>Cluster 1</i>	<i>Cluster 2</i>	<i>Cluster 3</i>
Qualità del suolo	1.33	1.36	1.40
Tessitura	1.20	1.21	1.25
Litologia	1.64	1.68	1.70
Pietrosità superficiale	1.27	1.17	1.18
Drenaggio	1.01	1.01	1.00
Pendenza	1.64	1.70	1.77
Profondità	1.52	1.70	1.82
Qualità del clima	1.01	1.24	1.24
Precipitazioni annuali	1.00	1.00	1.00
Indice di aridità	1.00	1.00	1.00
Esposizione	1.03	1.92	1.91
Qualità della vegetazione	1.26	1.26	1.27
Protezione dall'erosione	1.60	1.60	1.60
Rischio incendio	1.30	1.30	1.30
Resistenza alla siccità	1.20	1.20	1.20
Copertura vegetale	1.00	1.02	1.00
Qualità del management	1	1.02	1.28
Intensità d'uso del suolo	1.00	1.03	1.36
Politiche di tutela	1.00	1.02	1.27

Tabella 3. Punteggi medi delle Qualità (in neretto) e dei singoli strati per ciascun cluster delle faggete.
Table 3. Mean Quality scores (in bold) and single layers of beech for each cluster.
Tableau 3. La moyenne des scores de qualité (en gras) et des couches pour chacun cluster des forêts de hêtre.

<i>Strati informativi</i>	<i>Cluster 1</i>	<i>Cluster 2</i>	<i>Cluster 3</i>	<i>Cluster 4</i>
Tessitura	1.14	1.16	1.20	1.18
Litologia	1.58	1.11	1.25	1.25
Pietrosità superficiale	1.39	1.82	1.97	1.97
Pendenza	1.50	1.48	1.19	1.33
Profondità	1.26	1.04	1.03	1.00
Drenaggio	1.02	1.07	1.08	1.07
Precipitazioni annuali	1.00	1.00	1.89	1.06
Indice di aridità	1.00	1.01	1.12	1.03
Esposizione	1.48	1.38	1.22	1.32
Rischio incendio	1.33	1.32	1.26	1.27
Protezione dall'erosione	1.48	1.51	1.73	1.73
Resistenza alla siccità	1.32	1.34	1.52	1.58
Copertura vegetale	1.13	1.16	1.59	1.51
Intensità d'uso del suolo	1.07	1.07	1.29	1.28
Politiche di tutela	1.17	1.12	1.12	1.25
ESA	1.17	1.15	1.25	1.18

Tabella 4. Valori medi degli strati informativi di base e di ESA per i vari clusters.
Table 4. Mean values of single layers and ESA for different clusters.
Tableau 4. La moyenne des couches d'information de base et de ESA pour les différents clusters.

SUMMARY

ANALYSIS AND ASSESSMENT OF THE ENVIRONMENTAL SENSITIVITY TO DESERTIFICATION OF BASILICATA REGION FORESTS THROUGH THE USE OF KEY INDICATOR BASED SYSTEMS

Key Indicator Systems allow to efficiently analyse at large regional scale and to identify critical components or

peculiarities in those areas. Among these systems the ESA (Environmental Sensitive Areas) methodology to identify areas threatened to desertification processes requires the use of spatial information on soil, climate, vegetation and land management. This methodology has been recently applied to the Basilicata region (Southern Italy) to develop the Map of desertification Sensitive Areas (February 2008). The aim of this work was to quantify the sensitivity levels of forested areas in Basilicata and to identify key factors that contribute to their evaluation.

RÉSUMÉ

L'ANALYSE ET L'ÉVALUATION DE LA SENSIBILITÉ À LA DÉSSERTIFICATION DES FORÊTS DE LA RÉGION BASILICATA AVEC UN SYSTÈME D'INDICATEURS CLÉS (KEY INDICATOR BASED SYSTEMS)

Les systèmes des indicateurs clés permettent à analyser efficacement à grande échelle régionale et à identifier les composant ou les particularités de ces zones. Parmi ces systèmes, la méthodologie ESA (Environmental sensitive areas) pour identifier les zones menacées par la désertification nécessite l'emploi d'informations géographiques sur le sol, le climat, la végétation et la gestion du territoire. Cette méthodologie a été utilisée récemment pour réaliser la carte des zones sensibles à la désertification (Février 2008) dans la région de Basilicata (Sud de l'Italie). L'objectif de ce travail a été de quantifier les niveaux de sensibilité des zones boisées dans le Basilicate et d'identifier les principaux facteurs qui contribuent à leur évaluation.

BIBLIOGRAFIA

- AAVV, 2005. *The Indicators List* (see single indicators descriptions). In 'DIS4ME: Desertification Indicator System for Mediterranean Europe', Jane Brandt Ed. Web site: <http://www.kcl.ac.uk/projects/desertlinks/> - ISSN: 1749-8996.
- Corona P., 2005. *Desertificazione, siccità, foreste e ricerca. Forest@ 2* (3): 256-257.
- Costantini G., Bellotti A., Mancino G., Borghetti M., Ferrara A. 2006. *Carta Forestale della Basilicata - Atlante*. INEA, Sede Regionale per la Basilicata. Viale della Regione Basilicata 12, 85100 Potenza. ISBN 88-8145-062-3. 99 pp.
- Ferrara A., Bellotti A., Faretta S., Mancino G., 2004a. *Carta delle aree sensibili alla desertificazione della Regione Basilicata*. Desertnet project, Final Report. NRD. Sassari. <http://www.unibas.it/desertnet/>
- Ferrara A., Bellotti A., Faretta S., Mancino G., 2004b. *Carta delle Aree boscate e della copertura vegetale della Regione Basilicata*. Desertnet project, Final Report. NRD. Sassari. <http://www.unibas.it/desertnet/>
- Ferrara A., Bellotti A., Faretta S., Mancino G., Baffari P., D'Ottavio A., Trivigno V., 2005. *Carta delle aree sensibili alla desertificazione della Regione Basilicata. FOREST@* (on line). vol. 2, pp. 60-67 ISSN: 1824-0119. Sito web: <http://www.sisef.it/>
- Ferrara A., 2005a. *I sistemi a indicatori chiave nella valutazione della vulnerabilità ambientale alla desertificazione*. In "Foreste Ricerca Cultura", a cura di Corona P., Iovino F., Maetzke F., Marchetti M., Menguzzato G., Nocentini S., Portoghesi I. - Accademia Italiana di Scienze Forestali. ISBN: 88-87553-08-4. pag:167-180.
- Ferrara A., 2005b. *Expert system for evaluating the Environmental Sensitivity Index (ESI) of a local area*. In 'DIS4ME: Desertification Indicator System for Mediterranean Europe', Jane Brandt Ed. Web site: <http://www.kcl.ac.uk/projects/desertlinks/> - ISSN: 1749-8996.
- Ferrara A., Lovreglio R., 2005. *The main issues associated with Mediterranean desertification: deforestation*. In 'DIS4ME: Desertification Indicator System for Mediterranean Europe', Jane Brandt Ed. Web site: <http://www.kcl.ac.uk/projects/desertlinks/> - ISSN: 1749-8996.
- Kosmas C., Ferrara A., Briasouli H., Imeson A. 1999. *Methodology for mapping Environmentally Sensitive Areas (ESAs) to Desertification*. In 'The Medalus project Mediterranean desertification and land use. Manual on key indicators of desertification and mapping environmentally sensitive areas to desertification. Edited by: C. Kosmas, M.Kirkby, N.Geeson. European Union 18882. pp.: 31-47, ISBN 92-828-6349-2.

INFLUENZA DELLA DENSITÀ DEL POPOLAMENTO SULLE VARIAZIONI DI UMIDITÀ DEL SUOLO IN RIMBOSCHIMENTI DI PINO D'ALEPPO

(*) Dipartimento STAT, Università degli Studi del Molise, Pesche (IS)

(**) Dipartimento Difesa del Suolo, Università della Calabria, Rende (CS)

(***) Dottore Forestale, Reggio Calabria

In questo lavoro è stata analizzata l'influenza della densità del popolamento sulle variazioni di umidità del suolo a diverse profondità (0-25, 0-45, 0-60 cm) rilevate mediante la tecnica del *Time Domain Reflectometry* (TDR).

Le indagini sono state condotte su rimboschimenti di pino d'Aleppo, di 35 anni di età, impiantati su terreni marginali all'agricoltura, sul versante Ionico della provincia di Reggio Calabria. L'area è caratterizzata da un clima di tipo "semiarido con forte deficit idrico estivo e scarsa eccedenza invernale" (*sensu* Thornthwaite e Mather). Sono stati confrontati i valori di umidità di due aree la cui densità, in termini di area basimetrica, è stata ridotta del 10,5% e del 40,6%, rispetto alle relative aree testimoni, a seguito di interventi di diradamento di tipo selettivo.

I risultati conseguiti consentono di affermare che: a) la riduzione della densità, a seguito dei diradamenti, migliora la riserva idrica nel suolo in termini quantitativi; b) tali effetti sono più marcati negli strati più profondi del suolo e dove maggiore è l'intensità del diradamento; c) l'aumento dei valori di umidità al di sopra di quelli corrispondenti al punto di appassimento, soprattutto durante il periodo estivo, indica che con il diradamento viene ridotta la probabilità di stress idrico.

Parole chiave: diradamenti; riserva idrica; pino d'Aleppo.

Key words: water supply; thinning; Aleppo pine.

Mots clés: coupe sélective; réserve hydrique; pin d'Alep.

1. INTRODUZIONE

Negli ultimi anni, il paventato aumento dell'aridità nel bacino del Mediterraneo, previsto dai modelli previsionali di cambiamento climatico (IPCC, 2001), inducono ad approfondire gli effetti che le pratiche selvicolturali, e in particolare i diradamenti, possono determinare sul miglioramento della disponibilità idrica nel suolo.

Il diradamento influenza l'accrescimento radiale degli alberi rilasciati, migliora lo stato fisiologico individuale e contribuisce ad una maggiore efficienza complessiva dell'albero, dovuta ai più alti valori di potenziale idrico, traspirazione e conduttanza stomatica (Ducrey e Toth, 1992; Mayor e Rodà, 1993). Il diradamento, inoltre, svolge un ruolo positivo sulla fotosintesi sia per il migliore rifornimento idrico che per la maggiore illuminazione degli alberi rilasciati (Donner e Running, 1986; Aussenac e Granier, 1988; Ginn *et al.*, 1991).

L'interruzione della copertura arborea a seguito di diradamenti determina effetti di ordine ecologico che si estrinsecano, principalmente, sull'attività biologica del suolo, sulle caratteristiche compositive e strutturali del sottobosco e sulla riserva idrica. Questa subisce variazioni in quanto i diradamenti modificano le condizioni che influenzano il bilancio idrico dell'ecosistema quali, ad esempio, una riduzione della competizione radicale, una minore intercettazione da parte delle chiome sulle precipitazioni e anche modificazioni nelle perdite traspirative del popolamento.

Diversi sono gli studi che hanno messo in evidenza come la diminuzione della densità arborea, possa migliorare le condizioni idriche del suolo, determinando una maggiore disponibilità idrica per le piante presenti (Aussenac e Granier, 1988; Cantore e Iovino, 1989; Cinnirella *et al.*, 1993;

Cutini e Mascia, 1996; Schiller e Cohen, 1998; Compostella e Iovino, 1999; Moreno e Cubera, 2008).

Parte degli studi effettuati hanno riguardato popolamenti edificati da specie (e.g.: abete rosso, douglasia, pino laricio, ecc.) che non presentavano particolari adattamenti eco-fisiologici a periodi estivi con marcato deficit idrico.

Con riferimento a questi ultimi aspetti, in rimboschimenti di pino d'Aleppo, sottoposti a differente grado di diradamento, sono state analizzate le variazioni di umidità nel suolo con l'obiettivo di valutarne l'influenza sul contenuto idrico in risposta alla variazione di densità.

2. MATERIALI E METODI

L'area oggetto di studio si trova nel comune di Melito Porto Salvo (RC), in contrada Spilingari (37°55'39" N; 15°48'07" E) (Fig. 1).

Ricade all'interno dei rimboschimenti di conifere realizzati tra la fine degli anni '60 e l'inizio degli anni '70 nell'ambito dell'attività prevista dalla I° Legge Speciale Calabria del 1955.

Questi popolamenti, costituiti in prevalenza da pino d'Aleppo (*Pinus halepensis* Mill.) e, subordinatamente da pino domestico (*Pinus pinea* Mill.), sono stati realizzati su terreni ex agricoli, in gran parte interessati da fenomeni di erosione superficiale accentuata.

La morfologia dell'area è strettamente legata ai numerosi corsi d'acqua che percorrono tutto il territorio con andamento da Nord a Sud. È caratterizzata da una continua alternanza di dorsali, avvallamenti e fiumare.

I suoli, che si rinvennero su sabbie plioceniche, sono moderatamente profondi e presentano scarsa evoluzione pedogenetica (*Entisuoli*). Sono caratterizzati da tessitura

franco-sabbiosa o sabbiosa-franca in tutti gli orizzonti, mentre lo scheletro è generalmente assente (*Psammensis*) (A.R.R.S.A., 2003).

Per l'inquadramento climatico si è fatto riferimento ai dati termopluviometrici relativi alla stazione di Melito Porto Salvo (7 m s.l.m.), mentre per la registrazione degli eventi piovosi, durante il periodo delle osservazioni, è stata installata una stazione pluviometrica in prossimità dell'area di studio.

La temperatura media mensile è di 21,9°C. Il mese più freddo è gennaio con una temperatura media di 11,3°C e una media dei minimi di 8°C, con minime assolute di -3,2°C. Le gelate sono piuttosto rare e si possono verificare solo nei mesi compresi tra dicembre e marzo.

Il mese più caldo è luglio con temperature medie di 31,9°C e con valori massimi assoluti che possono raggiungere i 43,3°C. La precipitazione totale annua in media raggiunge i 533 mm.

Secondo la classificazione dei climi di Thornthwaite e Mather, l'area oggetto di studio è caratterizzata da un clima semiarido ($D=-42,57\%$) con forte deficienza idrica in estate ($s_2=48,48\%$) e scarsa eccedenza in inverno ($d=5,91\%$); variante climatica 3° mesotermico ($B_3'=927,88$) con buona concentrazione estiva dell'efficienza termica ($a'=34,33\%$).

Secondo la classificazione di Pavari, l'area appartiene alla zona fitoclimatica del *Lauretum*, sottozona calda, 2° tipo con siccità estiva.

Ai fini del presente lavoro, nel 2001 in popolamenti di pino d'Aleppo di 35 anni d'età caratterizzati dalla totale assenza degli strati arbustivo ed erbaceo, sono state delimitate due macroaree per il monitoraggio dell'umidità nel suolo. All'interno di ciascuna di esse sono state delimitate le aree sperimentali da sottoporre a diradamento ed il testimone (tesi).

Nell'estate dello stesso anno è stato eseguito un diradamento selettivo dal basso con diversa intensità di taglio.

Le tesi a confronto sono:

- testimone, area 2 e 4 di superficie pari rispettivamente a 300 m² (15x20 m) e 400 m² (20x20 m);
- diradamento forte, area 1: superficie 300 m², eliminazione del 58,6% di piante, 40,6% di area basimetrica, 37,9% di volume;
- diradamento debole, area 3: superficie 400 m², eliminazione del 13% di piante, 10,5% di area basimetrica, 8,4% di volume.

In ogni area sono stati rilevati i diametri a 1,3 m da terra e le altezze di tutte le piante. Per il calcolo del volume è stata adottata la tavola di cubatura a doppia entrata per il pino d'Aleppo (I.S.A.F.A., 1984). In tabella 1 sono riportati i valori degli elementi dendrometrici.

I valori di umidità nel suolo sono stati rilevati mediante la tecnica del *Time Domain Reflectometry* (TDR) (Topp *et al.*, 1980). Lo strumento adottato per le misure in campo è il *Trase system I*. Non sono state necessarie specifiche calibrazioni per classi di suolo in quanto interessava rilevare le variazioni nel tempo dei contenuti d'acqua e non la definizione di valori assoluti con precisione elevata (Battista *et al.*, 2001).

Le misurazioni, eseguite ogni 10 giorni circa e nei casi di eventi piovosi, immediatamente a ridosso, da gennaio 2002 ad agosto 2003, sono state effettuate mediante l'inserimento nel terreno di coppie di elettrodi in acciaio di lunghezza di 25, 45 e 60 cm. Ciò, ha consentito il monitorag-

gio dell'umidità a diverse profondità: tra 0 e 25 cm, 0 e 45 cm e 0 e 60 cm. Ogni coppia, posizionata in maniera casuale, è stata replicata tre volte per ogni area.

Non distante dalle sonde, ma in posizione tale da non influenzare la registrazione dei dati, sono stati prelevati campioni indisturbati di suolo alle diverse profondità raggiunte dalle sonde, per la determinazione della capacità idrica di campo (C.I.C.=-0,33 bar) e del punto di appassimento (P.a.=-15 bar). Queste due costanti sono state determinate utilizzando la piastra di Richards¹. I valori medi di umidità ponderale (Θ_p) corrispondente a -0,33 bar e -15 bar sono rispettivamente del 16,7% e 7,7% per l'area 1 e 2, e del 17,1% e 10,8% per l'area 3 e 4. Il valore medio del rapporto (P) ottenuto tra l'umidità volumetrica Θ_v , acquisita col TDR, e l'umidità ponderale Θ_p è pari a 1.314±0.154. Questo valore concorda con quanto riportato in letteratura per suoli tendenzialmente sabbiosi quali quelli che caratterizzano l'area in esame (Battista *et al.*, 2001). Il valore (P) è stato utilizzato per la trasformazione dell'umidità ponderale Θ_p delle costanti idrologiche in umidità volumetrica Θ_v .

I valori di umidità del suolo, riportati come medie delle misure ripetute in differenti punti di ogni singola parcella sperimentale, tre repliche per ogni area, sono stati analizzati separatamente per le 3 profondità, 0-25 cm, 0-45 cm, 0-60 cm.

La valutazione delle differenze di umidità del suolo tra le tesi alle diverse profondità, esaminata mediante l'analisi della varianza (ANOVA) e il test di Tukey (*package* Statistica 6.0), è stata eseguita separatamente per i differenti periodi in cui vi era disponibilità o deficit idrico per i popolamenti. Ciò è stato reso possibile mediante il calcolo dell'evapotraspirazione potenziale (ETP)² (Thornthwaite e Mather, 1955).

Dall'andamento, a ciclo annuale, della curva del bilancio idrico mensile (Fig. 2) si individuano chiaramente 2 periodi:

- *surplus idrico*, compreso tra gennaio e aprile, che complessivamente ammonta a 55 mm;
- *deficit idrico* che va da maggio a ottobre, con accentuato deficit nei mesi di luglio e agosto, raggiungendo valori molto bassi complessivamente pari a circa -450 mm.

La ricostituzione della riserva idrica sotterranea si completa, invece, a fine dicembre (Fig.2).

I sottoperiodi individuati sono 4:

- I periodo: gennaio - aprile 2002
- II periodo: maggio - ottobre 2002
- III periodo: novembre - aprile 2003
- IV periodo: maggio - agosto 2003

3. RISULTATI

In tutti gli strati monitorati la variazione dell'umidità nel suolo rispecchia l'andamento stagionale delle precipitazioni (Fig. 3 e 4). Nell'intero periodo di monitoraggio sono stati registrati 516 mm di pioggia con il 64% (328 mm) in quello tardo autunno-invernale (III periodo), il 21% (106

¹ Si ringrazia la Prof.ssa A. Muscolo e il Sig. V. Cianci, del Dip. di Agrochimica e Agrobiologia (UniRC) e il Prof. M. Iovino del Dip. di Ingegneria e Tecnologie Agro-Forestali ITAF (UniPA) per la disponibilità relativa alle analisi delle caratteristiche fisiche del terreno.

² La capacità di ritenuta idrica del suolo è stata posta pari a 150 mm.

mm), il 10% (52 mm) nei periodi primaverili-estivi, rispettivamente II e IV, e il 6% (30 mm) in quello da gennaio ad aprile (I periodo).

Le aree sottoposte a diradamento presentano un andamento del contenuto idrico chiaramente differenziato rispetto a quelle non diradate. I valori massimi di umidità si riscontrano nel periodo tardo autunno-invernale (III periodo) con oscillazioni comprese tra il 18 e il 28%, mentre quelli minimi nei periodi tardo primaverili-estivi (II e IV periodo) con valori compresi tra il 3 e il 10%.

L'andamento delle differenze tra le aree diradate e le rispettive testimonie segue un comportamento simile in tutte e tre le profondità e per entrambe le coppie di aree. Si osserva, infatti, un aumento delle differenze di dimensione crescente all'aumentare della profondità, a seguito delle abbondanti precipitazioni invernali (III periodo), mentre tale andamento non si osserva dopo le piogge primaverili-estive (II e IV periodo), nonostante l'aumento in termini assoluti dei valori di umidità. Adirittura, in quest'ultimo periodo (II e IV) si ha una riduzione delle differenze durante la fase tardo-estiva (Fig. 3 e 4).

L'analisi del profilo di umidità a profondità diverse, tra le aree diradate e i rispettivi testimonie, mettono in luce, in linea generale per tutti i periodi considerati, una certa divergenza in termini di contenuto idrico, tra l'area 1 (diradata) e la 2 (testimone), a partire dagli strati più superficiali (dove la differenza è minima o in alcuni casi quasi nulla), con un progressivo scostamento dei valori negli strati più profondi (Fig. 5, tab. 2). Inoltre si nota che, in corrispondenza dei periodi invernali (I e III periodo), i valori di umidità presentano un'apprezzabile differenza a partire dagli strati più superficiali e che via via aumentano negli strati più profondi, mentre nei rimanenti periodi (II e IV), i valori di umidità iniziano a differenziarsi a partire dallo strato intermedio (0-45) (Fig. 5, tab. 2). Questo comportamento non si riscontra dal confronto tra l'area 3 e la 4, dove la differenza, tra i diversi strati, in linea generale, si ripercuote con simile cadenza, sviluppandosi con un andamento più o meno parallelo lungo tutto il profilo monitorato, eccetto il II periodo, dove si ha una leggera divergenza di valori, che comunque sono sempre superiori in tutti i periodi per l'area sottoposta a diradamento rispetto alla non diradata (Fig. 6, tab. 2).

Di particolare interesse appare, inoltre, la variazione del contenuto di umidità nel tempo. Le analisi effettuate mettono in luce una riduzione del CV%, e quindi delle fluttuazioni, rispetto al valore medio di ogni strato, passando dallo strato più superficiale (0-25) al più profondo per tutte le tesi e per tutti i periodi (tab. 2).

L'analisi statistica evidenzia alcuni aspetti interessanti. Innanzitutto, l'assenza di differenze statisticamente significative tra le differenti profondità, nell'ambito della stessa area, in tutte e quattro le aree nel periodo delle maggiori precipitazioni, tardo autunno-invernale (III periodo) (Fig. 7). Assenza di differenze riscontrabile per l'area 2 (testimone) anche negli altri periodi in tutte le profondità. Mentre nell'area 1 (diradamento forte) le differenze sono rilevabili soltanto tra gli strati superficiali (0-25) e quelli profondi (0-60) nei periodi tardo primaverili-estivi (II e IV). Invece le aree 3 e 4 mostrano tali differenze anche nel I periodo. Inoltre, nel confronto fra l'area diradata e la rispettiva testimone, a parità di profondità, l'analisi statistica mette in lu-

ce differenze significative, in tutti i periodi, ma segnatamente nei periodi tardo primaverili-estivi, soltanto fra l'area 1 e 2 e per la sola profondità di 0-60 cm (Fig. 7).

In relazione alle costanti idrologiche (C.I.C. e P.A.), a livello generale, i diversi strati risentono in maniera differente la distribuzione e l'entità delle precipitazioni, collocando i valori di umidità al di sopra o al di sotto delle due costanti (Fig. 3 e 4). In particolare, si rileva che con il verificarsi di abbondanti e frequenti precipitazioni (III periodo), i valori di umidità si avvicinano alla capacità idrica di campo e a volte la superano. Questa condizione è più evidente nelle aree sottoposte a diradamento rispetto alle testimonie e ancor di più nell'area 1 (Fig. 3), mentre nello stesso periodo (III periodo), il punto di appassimento viene superato quasi sempre in tutti gli strati dell'area diradata (area 1) e dalla rispettiva testimone (area 2). Invece, ciò avviene solo occasionalmente nelle rimanenti aree e soltanto a seguito delle abbondanti precipitazioni (Fig. 4). Nei periodi tardo primaverili-estivi, l'umidità del terreno scende a valori piuttosto bassi. Nelle aree 3 e 4 tali valori sono sempre al disotto del punto di appassimento in tutti gli strati (Fig. 4). Invece, i valori di umidità relativi allo strato medio e profondo dell'area 1 si collocano spesso in prossimità o al di sopra del punto di appassimento (Fig. 3), mentre nella testimone (area 2) si registrano valori notevolmente più bassi rispetto al punto di appassimento e per intervalli di tempo piuttosto lunghi.

4. DISCUSSIONI E CONCLUSIONI

Le misure di umidità nel suolo eseguite in popolamenti di pino d'Aleppo e il confronto tra le aree diradate con le rispettive testimonie, correlate ai risultati a cui si è pervenuti, forniscono elementi interessanti per valutare l'influenza dei diradamenti sul contenuto idrico del suolo.

La vasta mole di dati registrati nel biennio di monitoraggio, ha consentito di mettere in evidenza le differenze dell'umidità nel suolo nei tre strati considerati: 0-25, 0-45 e 0-60 cm e di valutare gli effetti conseguenti al diradamento eseguito con diversa intensità di taglio.

Come è noto, il diradamento in linea generale agisce direttamente sulla diminuzione della densità del popolamento, portando ad una riduzione della competizione radicale, una minore intercettazione delle chiome sulle precipitazioni e variazioni sulle perdite traspirative.

Dall'analisi dei dati si evincono alcuni aspetti che possono contribuire a chiarire in quale misura, con questo tipo di intervento selvicolturale, migliorano le condizioni di umidità nel suolo e come essi possano contribuire ad attenuare le condizioni di deficit idrico specialmente in ambienti caratterizzati da bassa piovosità annua e da lunghi periodi siccitosi.

Lo strato più superficiale (0-25 cm) oltre a risentire particolarmente l'effetto delle precipitazioni rispetto agli strati più profondi, dove peraltro il contenuto d'acqua è meno variabile (minori valori di CV%), è quello in cui le differenze fra area diradata e testimone sono meno evidenti. In effetti, tale comportamento è ascrivibile, sostanzialmente, al solo effetto dell'evaporazione in quanto in questi strati, come osservato in condizioni simili nel sud della Francia (Koelchlin *et al.*, 1986), gli individui adulti di pino d'Aleppo hanno un'influenza trascurabile, dal punto di vista della traspirazione.

Le differenze di contenuto idrico tra le aree diradate e le testimonie, in concomitanza di periodi particolarmente siccitosi, sono più marcate nello strato più profondo (0-60 cm) con valori sensibilmente maggiori nell'area sottoposta a diradamento forte e minori in quella con diradamento debole rispetto alle rispettive aree non diradate. La spiegazione a tale fenomeno è imputabile alle perdite traspirative che a livello di popolamento sono più elevate nelle aree non diradate rispetto a quelle diradate e in queste risultano tanto minori quanto maggiore è l'intensità del taglio, come risulta nelle aree a diradamento debole.

Particolare rilevanza assume, inoltre, la variazione di umidità in relazione alle costanti idrologiche (P.A., punto di appassimento -0.33 bar; C.I.C., capacità idrica di campo -15 bar). È stato osservato che il contenuto idrico è prossimo o superiore al P.A., nello strato medio e profondo, dell'area dove l'intensità del diradamento è stata elevata (area 1; 400 p./ha; riduzione del 40,6% di area basimetrica) mentre quello dell'area testimone (area 2; 967 p./ha) è quasi sempre al di sotto. Soltanto nel III periodo (novembre-aprile), durante il quale le precipitazioni sono frequenti e abbondanti, i valori in entrambe le aree si pongono quasi sempre tra il punto di appassimento e la capacità idrica di campo, con tratti in cui le escursioni di umidità sono addirittura superiori a quest'ultima. Tali comportamenti non si osservano nell'area 3 (1000 p./ha; diradamento debole; riduzione del 10,5% di area basimetrica) e 4 (testimone; 1150 p./ha). Ciò è imputabile oltre alle differenti caratteristiche fisico-strutturali del suolo tra le coppie di aree, con valori più elevati di umidità, relativa al P.A., nelle aree 3 e 4, anche alla maggiore densità del popolamento conseguente al minor grado di diradamento applicato.

L'assenza di manifesti segni di stress delle piante, nonostante i bassi valori di umidità del suolo, spesso al di sotto del punto di appassimento specialmente nei periodi di aridità estiva, confermano la riduzione, o addirittura l'arresto, dell'attività vegetativa in tale periodo. Quest'ultima ipotesi viene avvalorata dalla convergenza dei valori di umidità nel periodo tardo estivo tra le aree diradate e le rispettive testimonie attribuibili alla notevole riduzione dei tassi traspirativi. In effetti, diversi autori hanno osservato che le piante di pino d'Aleppo, sottoposte a stress idrico severo, reagiscono alla siccità attraverso la rapida regolazione degli scambi gassosi con una forte riduzione della traspirazione come effetto della chiusura stomatica (Oppenheimer, 1967; Schiller e Choen, 1998; Borghetti *et al.*, 2005).

In conclusione, sulla base dei risultati conseguiti, si può affermare che: a) la riduzione della densità, a seguito dei diradamenti, migliora la riserva idrica nel suolo in termini quantitativi; b) tali effetti sono più marcati negli strati più profondi del suolo e dove maggiore è l'intensità del diradamento; c) l'aumento dei valori di umidità al di sopra di quelli corrispondenti al punto di appassimento, indica che con il diradamento viene ridotta la probabilità di stress idrico. Questi risultati concordano con quanto osservato in popolamenti differenti (Aussenac e Granier, 1988; Ciancio *et al.*, 1989; Cantore e Iovino, 1989; Schiller e Cohen, 1998; Compostella e Iovino, 1999; Moreno e Cu-

bera, 2008) e forniscono indicazioni sulla gestione dei popolamenti di pino d'Aleppo in condizioni ambientali particolarmente difficili. In questi ambienti la selvicoltura, orientata alla realizzazione di condizioni strutturali dei popolamenti, più efficienti anche nell'uso delle risorse idriche, e di cui i diradamenti ne rappresentano un elemento caratterizzante, assume particolare valenza anche alla luce dell'aumento dell'aridità nel bacino del Mediterraneo così come indicato dai modelli previsionali di cambiamento climatico (IPCC, 2001).



Figura 1. Localizzazione area di studio.
Figure 1. Localization of study area.
Figure 1. Localisation de l'aire d'étude.

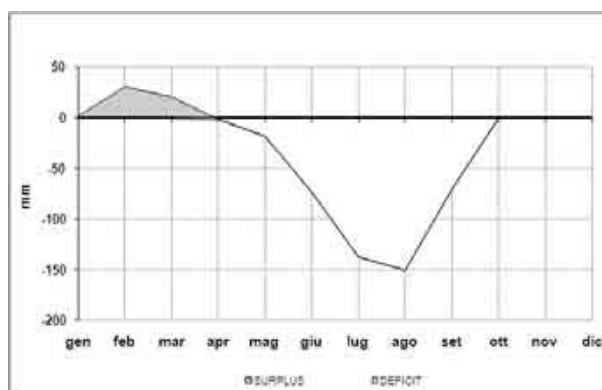


Figura 2. Bilancio idrico mensile (Thornthwaite e Mather, 1955).
Figure 2. Monthly water balance (Thornthwaite e Mather, 1955).
Figure 2. Bilan hydrique mensuel (Thornthwaite e Mather, 1955).

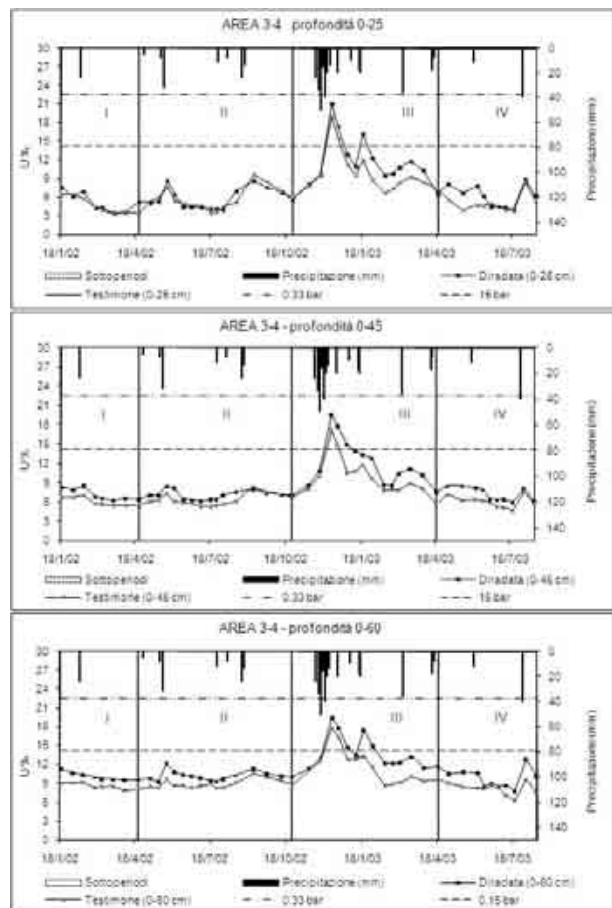
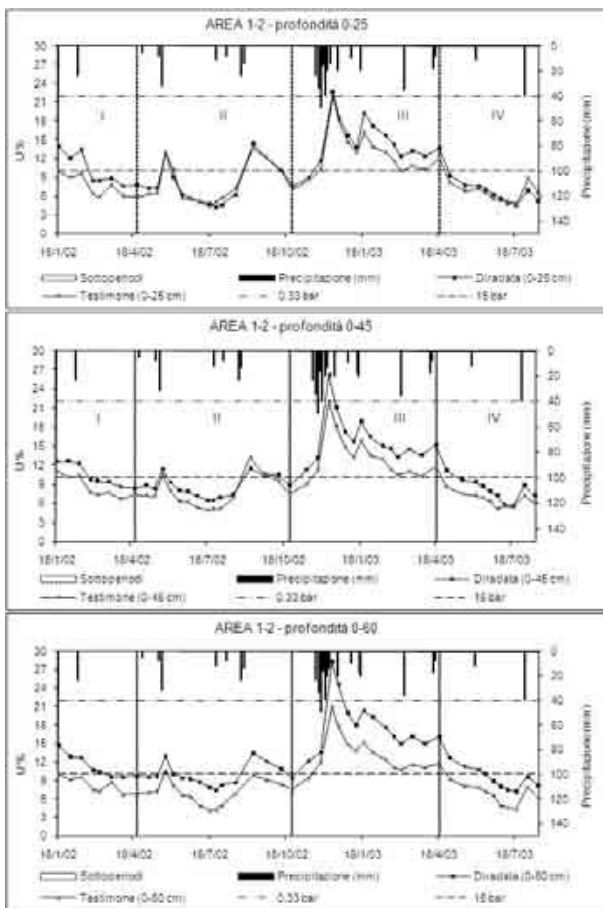


Figura 3. Area 1 e 2: andamento dell'umidità media nel suolo nei tre strati.

Figure 3. Area 1 and 2: variation of mean moisture content in the three soil layers.

Figure 3. Aire 1 et 2: variations de l'humidité moyenne du sol dans les trois couches.

Figura 4. Area 3 e 4: andamento dell'umidità media nel suolo nei tre strati.

Figure 4. Area 3 and 4: variation of mean moisture content in the three soil layers.

Figure 4. Aire 3 et 4: variations de l'humidité moyenne du sol dans les trois couches.

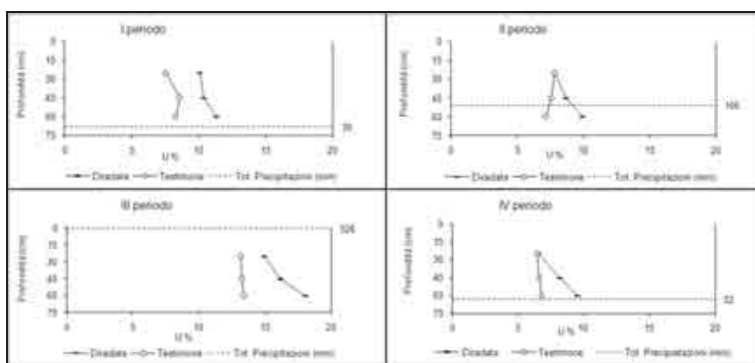


Figura 5. Profilo dell'umidità nelle aree 1 (diradata) e 2 (testimone).

Figure 5. Moisture profile in plots 1 (thinned) and 2 (unthinned).

Figure 5. Profil d'humidité aire 1 (coupe sélective) et 2 (témoin).

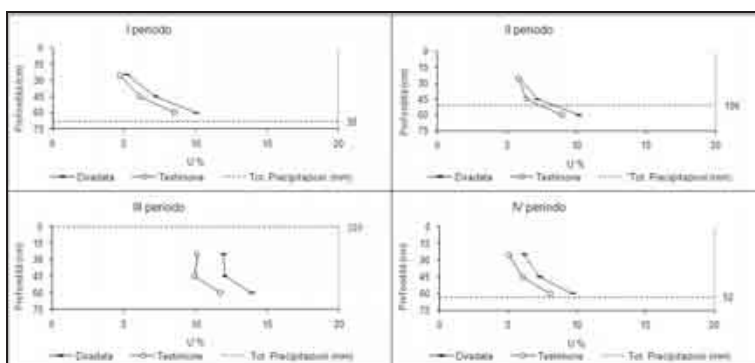


Figura 6. Profilo dell'umidità nelle aree 3 (diradata) e 4 (testimone).

Figure 6. Moisture profile in plots 3 (thinned) and 4 (unthinned).

Figure 6. Profil d'humidité aire 3 (coupe sélective) et 4 (témoin).

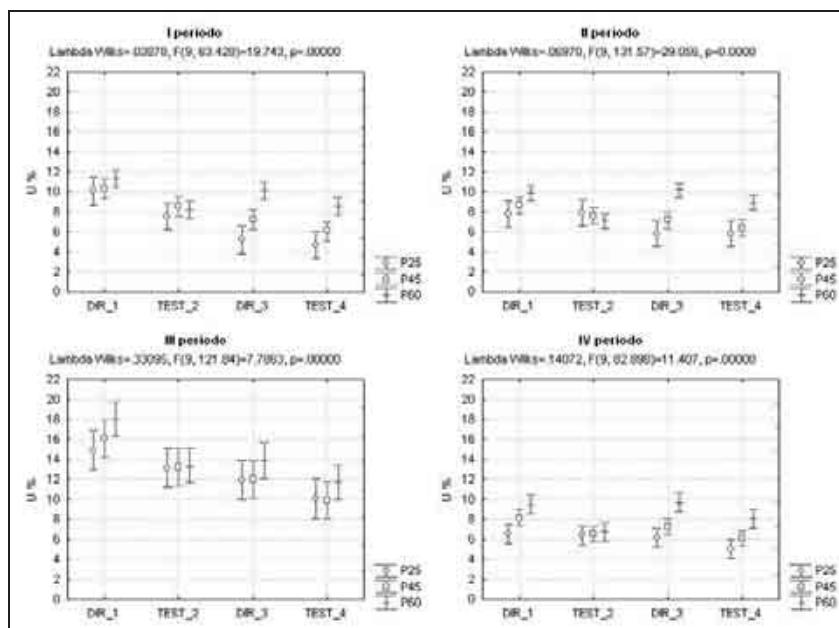


Figura 7. Analisi della varianza (ANOVA). Le barre verticali indicano intervalli di confidenza al 95% di probabilità.

Figure 7. Analysis of variance (ANOVA). The vertical bars indicate confidence range at 95% of confidence.

Figure 7. Analyse de la variance (ANOVA). Les barres verticales indiquent les intervalles de confiance à 95%.

<i>Prima diradamento</i>					
	Tesi	Densità $n^{\circ} p \cdot ha^{-1}$	d_g cm	G $m^2 \cdot ha^{-1}$	V $m^3 \cdot ha^{-1}$
Area 1	dir. forte	933	14.7	15.8	58.2
Area 2	testimone	967	15.1	17.3	66.0
Area 3	dir. debole	1250	12.8	16.1	45.0
Area 4	testimone	1150	13.7	17.0	43.1
<i>Dopo diradamento</i>					
	Tesi	Densità $n^{\circ} p \cdot ha^{-1}$	d_g cm	G $m^2 \cdot ha^{-1}$	V $m^3 \cdot ha^{-1}$
Area 1	dir. forte	400	18.1	10.3	41.0
Area 2	testimone	967	15.1	17.3	66.0
Area 3	dir. debole	1000	13.9	15.2	39.5
Area 4	testimone	1150	13.7	17.0	43.1

Tabella 1. Elementi dendrometrici.

Table 1. Dendrometric parameters.

Tableau 1. Eléments dendrométriques.

		<i>PERIODO OSSERVAZIONE</i>							
Area	Profondità cm	I		II		III		IV	
		media	CV%	media	CV%	media	CV%	media	CV%
1	0-25	10.07	26	7.81	41	14.93	24	6.53	23
	0-45	10.37	17	8.64	20	16.16	24	8.16	21
	0-60	11.33	17	9.91	18	18.04	24	9.49	19
2	0-25	7.54	23	7.82	40	13.14	28	6.44	20
	0-45	8.55	20	7.56	32	13.26	27	6.60	16
	0-60	8.26	16	7.11	27	13.37	23	6.75	24
3	0-25	5.20	29	5.82	28	11.95	33	6.16	28
	0-45	7.23	12	7.18	10	12.03	30	7.28	14
	0-60	10.07	7	10.18	8	13.92	19	9.71	16
4	0-25	4.70	29	5.81	30	10.12	34	5.06	27
	0-45	6.06	11	6.38	15	9.93	30	6.08	15
	0-60	8.55	6	8.93	8	11.73	24	8.09	12

Tabella 2. Valori medi di umidità in volume (%) del suolo.

Table 2. Moisture mean value in % of soil volume.

Tableau 2. Valeurs moyennes d'humidité en volume (%) du sol.

SUMMARY

INFLUENCE OF STAND DENSITY ON SOIL
MOISTURE VARIATION IN ALEPPO PINE
REAFFORESTATIONS

In this work we analyzed the influence of stand density on soil moisture variation at different depth (0-25, 0-45, 0-60 cm) using the *Time Domain Reflectometry* (TDR) technique.

The investigation was carried out in 35-years-old Aleppo pine reafforestations, set up on agriculture marginal areas, in the Ionian side of the province of Reggio Calabria. The climate (*sensu* Thornthwaite e Mather, 1955) is defined as "semiarid with strong summer water deficit and winter low surplus". We compared the moisture variation between two paired of thinned and unthinned plots, whose density in basal area was respectively reduced of 10,5%, in the first pair, and 40,6%, in the second pair. We applied a selective thinning from below.

The results showed that: *a*) density reduction generally improves the soil water supply; *b*) these effects are directly related to the intensity of thinnings and are stronger in the deeper soil layers; *c*) improving soil moisture content above the wilting point can significantly reduce the probability of summer water stress in Aleppo pine trees.

RÉSUMÉ

L'INFLUENCE DE LA DENSITÉ DE PEUPELEMENT
SUR LES VARIATIONS D'HUMIDITÉ DU SOL EN
REBOISEMENTS DE PIN D'ALEP

Dans cette étude, l'influence de la densité de peuplement sur les variations d'humidité du sol a été analysée à diverses profondeurs (0-25, 0-45, 0-60 cm) relevées grâce à la technique du *Time Domain Reflectometry* (TDR).

Les analyses ont été conduites sur des reboisements de pin d'Alep, de 35 ans d'âge, implantés sur des terrains marginaux à l'agriculture, sur le versant Ionique de la province de Reggio Calabria. L'aire est caractérisée par un climat de type « semi-aride avec fort déficit en eau durant l'été et faible excédent durant l'hiver » (*sensu* Thornthwaite e Mather). Les valeurs d'humidité ont été comparées pour deux aires dont la densité, en terme de surface terrière, a été réduite respectivement de 10,5% et 40,6%, par rapport aux relatives aires témoins, suite à des interventions de coupe de type sélective.

Les résultats obtenus permettent d'affirmer que: *a*) la réduction de la densité, suite aux coupes sélectives, améliore la réserve hydrique dans le sol en terme quantitatif; *b*) tels effets sont d'autant plus marqués dans les couches plus profondes du sol et lorsque l'intensité de coupe est majeure; *c*) l'augmentation des valeurs d'humidité au dessus de celles correspondant au point de dégradation, surtout durant la période estive, indique que la probabilité de stress hydrique est réduite avec la coupe sélective.

BIBLIOGRAFIA

- A.R.S.S.A. - Regione Calabria (Agenzia Regionale per lo sviluppo e per i Servizi in Agricoltura), 2003 - *I suoli della Calabria Carta dei suoli in scala 1:25.000 della Regione Calabria*. Rubettino Industrie Grafiche ed Editoriali, Soveria Mannelli (Catanzaro): 387 p.
- Aussenac J., Granier A., 1988 - *Effect of thinning on water stress and growth in Douglas fir*. Canadian Journal of Forest Research, 18: 100-105.
- Aussenac J., Vallette J. C., 1982 - *Comportement hydrique estival de Cedrus atlantica Man., Quercus ilex L., Quercus ilex L., Quercus pubescens Willd., et de divers pin dans le Mont Ventoux*. Annales des Sciences Forestières, 39 (1):41-62.
- Battista P., Benincasa F., Catelani M., 2001 - *Monitoraggio del contenuto idrico del suolo mediante riflettometria*. In: «Metodi elettrici per le misure *in situ* del contenuto idrico del terreno», a cura di F. Benincasa e G. Maracchi. Collana tecnico-scientifica IB, Quaderno n. 10, Sassari: 55-74.
- Borghetti M., Cinnirella S., Magnani F., Saracino A. - 2005. *Effetti di carenze idriche prolungate su pinete mediterranee: insegnamenti da due esperimenti in Italia meridionale*. Forest@ 2 (1): 31-36. [online] URL: <http://www.sisef.it/>
- Cantore V., Iovino F., 1989 - *Effetti dei diradamenti sull'umidità del suolo in popolamenti di douglasia della Catena Costiera (Calabria)*. Annali dell'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura, Arezzo, vol. XX: 15-35.
- Ciancio O., De Angelis P., Scarascia Mugnozza G., 1989 - *Analisi della crescita e osservazioni eco fisiologiche in un popolamento di pino marittimo nell'alto Lazio*. Annali dell'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura, Arezzo, vol. XX: 325-356.
- Cinnirella S., Iovino F., Perniola G., Tersaruolo A. M., 1993 - *Efficacia dei diradamenti sulla riserva idrica del suolo*. Annali dell'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura, Arezzo, vol. XXIV: 7-22.
- Compostella G., Iovino F., 1999 - *Studio sull'umidità del suolo in relazione ai diradamenti in popolamenti di pino laricio*. Italia Forestale e Montana, Firenze, LIV (6):308-323.
- Cutini A., Mascia V., 1996. *Silvicultural treatment of holm oak (Quercus ilex L.) coppices in outhern Sardinia: effects of thinning on water potential, transpiration and stomatal conductance*. Annali dell'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura, Arezzo, vol. XXVII: 47-53.
- Donner B.L., Running S.W., 1986 - *Water stress response after thinning Pinus contorta stands in Montana*. Forest Science, 32: 614-625.
- Ducrey M., Toth J., 1992 - *Effect of clening and thinning on height growth and girth increment in holm oak coppices (Quercus ilex L.)*. Vegetatio. 99-100:362-376.
- Ginn S.E., Seiler J.R., Cazell B.H., Kreh R.E., 1991 - *Physiological and growth responses of 8-year-old loblolly pine stands to thinning*. Forest Science, 37:1030-1040.
- Grunwald C., Schiller G., 1988 - *Needle xylem water potential and water saturation deficit in provenances of Pinus halepensis Mill*. Physiol. Plant, 64:295-300.
- IPCC, 2001 - In: Houghton, J.T.Y., Ding, D.J., Griggs, M., Noguer, P.J., van der Linden, Dai, X., Maskell, K.,

- Johnson, C.A. (Eds.) - *Climate Change 2001: The Scientific Basis*. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 881 pp.
- I.S.A.F.A., 1984 - *Inventario Forestale Nazionale (I.F.N.I.). Tavole di cubatura a doppia entrata*. Trento:114 p.
- Koechlin B., Rambal S., Debusche M., 1986 - *Effects of pioneer trees on soil moisture content in Mediterranean old fields*. Acta Oecol. 7:177-190.
- Mayor X., Roda F., 1993 - *Growth response of holm oak (Quercus ilex L.) to commercial thinning in the Montseny mountains (NE Spain)*. Annals of Forest Science, 50: 247-256.
- Moreno G., Cubera E., 2008 - *Impact of stand density on water status and leaf gas exchange in Quercus ilex*. Forest Ecology and Management, 254: 74-84.
- Oppenheimer H.H., 1967 - *Mechanisms of drought resistance in conifers of the Mediterranean zone and the arid west of the USA. Part I: Physiological and Anatomical Investigations*. Final Report on Project No. A 10-FS 7, Grant No. FG-Is-119. The Hebrew University of Jerusalem, Faculty of Agriculture, Rehovot, Israel, 75 pp.
- Robert J., 1976 - *An examination of quantity of water stored in mature Pinus sylvestris L. trees*. J. Exper. Botany, 27: 473-479.
- Running S. W., 1980 - *Relating plant capacitance to the water relations of Pinus contorta*. Forest Ecology and Management, 2: 237-252.
- Schiller G., Cohen Y., 1998 - *Water balance of Pinus halepensis Mill. afforestation in an arid region*. Forest Ecology and Management, 105: 121-128.
- Topp G.G., Davis J.L., Annan A.P., 1980 - *Electromagnetic determination of soil water content measurement in coaxial transmission lines*. Water Resource Research, 16: 574-582.
- Thornthwaite C.W., Mather J.R., 1955 - *The water balance*. Laboratory of climatology, Centerton, NY, Publications in climatology, 8 (1).

INFLUENZA DEL BOSCO NELLA MITIGAZIONE DELLE PIENE

(*) Istituto per i Sistemi Agricoli e Forestali del Mediterraneo, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Rende, Cosenza

(**) Dipartimento di Difesa del Suolo, Università della Calabria, Rende, Cosenza

Nel lavoro si esamina l'impatto dei fattori climatici, idrogeologici, morfologici e vegetazionali nei processi di trasformazione degli afflussi meteorici intensi in deflussi fluviali. In particolare sono presentati alcuni risultati ottenuti in ricerche focalizzate sull'influenza del bosco e delle pratiche di gestione forestale nella mitigazione degli eventi di piena in bacini di diverse caratteristiche.

Dalle ricerche esaminate, non sempre è risultato chiaro l'impatto della copertura forestale e della sua gestione nella mitigazione delle piene a causa della complessità e della conoscenza incompleta dei fenomeni. Alcune esperienze hanno mostrato che le piene di minore entità in bacini di piccole dimensioni sono in parte mitigate dalla presenza del bosco, ma ciò non è risultato altrettanto evidente nel caso di eventi più intensi su bacini di maggiori dimensioni. In merito all'influenza della gestione forestale nella formazione delle piene, nella maggior parte dei casi di studio si è rilevato un relativo incremento dei valori delle portate al colmo e dei volumi defluiti, in relazione al tipo e all'entità dell'intervento.

Parole chiave: bosco, interventi selvicolturali, idrologia forestale, piene.

Key words: forest, silvicultural treatments, forest hydrology, floods.

Mots clés: forêt, traitements sylvicoles, hydrologie de forêt, crues.

1. INTRODUZIONE

Le onde di piena provocate da precipitazioni intense nei bacini idrografici sono dovute in massima parte al rapido accumularsi negli alvei fluviali dei volumi idrici che defluiscono rapidamente sui versanti del bacino. Nei bacini con rilevante presenza di aree forestali, la formazione dell'evento di piena risente della presenza del bosco ma non è facile valutare l'entità di questa influenza a causa dei complessi processi idrologici che regolano le dinamiche di trasformazione degli afflussi meteorici in deflussi di piena. Sulla base di varie esperienze effettuate, alcuni studiosi ritengono, ad esempio, che nel caso di afflussi meteorici eccezionali in bacini molto ampi il bosco non eserciti un'apprezzabile influenza sui deflussi di piena, altri che il bosco manifesti un sensibile effetto di regimazione delle piene solo nei piccoli bacini, altri ancora che la presenza del bosco comporti in ogni caso dei benefici.

L'interpretazione dei risultati riportati in letteratura deve tenere conto dell'incidenza dei fattori che governano l'interazione foresta-suolo-acqua nei diversi processi fisici che portano alla formazione dell'evento di piena. A parità di caratteristiche morfologiche e idrogeologiche di base del bacino, infatti, la sua risposta agli eventi pluviometrici intensi dipende essenzialmente dai fattori climatici, dalle modalità d'uso del suolo, dalle tipologie boschive e degli interventi selvicolturali adottati. Poiché la presenza contemporanea di questi fattori può intensificare in modo sinergico il loro effetto sui fenomeni di piena, nell'affrontare il problema è necessario avere un approccio multidisciplinare che cerchi di identificarne con sufficiente sicurezza lo specifico impatto sui fenomeni in esame.

Nella prima parte di questo lavoro sono descritti i processi idrologici fondamentali della trasformazione degli afflussi meteorici in deflussi fluviali e si evidenzia sinteticamente il peso assunto dai singoli fattori climatici, idrogeologici e morfologici che influiscono su tali processi.

Successivamente si presentano alcuni risultati di letteratura relativi in particolare all'influenza del bosco e degli interventi selvicolturali nella mitigazione degli eventi idrologici estremi in bacini caratterizzati da diverse condizioni geomorfologiche, climatiche, geopedologiche e vegetazionali.

2. PROCESSI IDROLOGICI NELLA FORMAZIONE DELLE PIENE NEI BACINI BOSCATI

I regimi pluviometrici dei bacini idrografici italiani vanno dal tipo continentale, corrispondente ad un clima di media latitudine, al tipo marittimo, corrispondente al clima mediterraneo. In linea di massima, nei bacini con buone caratteristiche di impermeabilità, il regime dei deflussi mensili segue abbastanza fedelmente quello pluviometrico, mentre in bacini mediamente più permeabili i deflussi si distribuiscono su un periodo molto più lungo di quello a cui si riferiscono gli afflussi.

Con riferimento ai fenomeni idrologici estremi, le estese perturbazioni meteorologiche di lunga durata che più spesso si verificano negli ampi bacini a regime pluviometrico continentale dell'Italia settentrionale causano rilevanti eventi di piena dalle dinamiche relativamente lente, mentre le più frequenti brevi e violente precipitazioni che cadono sui ripidi bacini a regime pluviometrico marittimo dell'Italia appenninica provocano eventi di piena forse meno gravosi ma con evoluzione assai più rapida e per questo altrettanto pericolosi (*flash floods*).

In particolare, nel caso di pioggia molto intensa, la concentrazione degli afflussi meteorici caduti direttamente sull'alveo fluviale e sui versanti prospicienti il reticolo di drenaggio produce il rapido aumento dei deflussi, che raggiungono valori di colmo quando anche gli apporti pluviometrici provenienti dalle zone idraulicamente più lontane del bacino contribuiscono alla portata nella sezione di chiusura del bacino. Al diminuire dell'intensità di pioggia l'onda di piena decresce, finché la portata, dopo qualche

tempo dal termine della pioggia (da poche ore per i bacini appenninici fino a più di un giorno per gli ampi bacini padani), ritorna approssimativamente ai valori preesistenti l'evento pluviometrico.

I principali processi fisici che regolano la trasformazione degli afflussi meteorici nelle varie tipologie di deflusso (superficiale, ipodermico, profondo) durante un evento di piena sono l'infiltrazione nel suolo, l'intercettazione della copertura vegetale e l'evapotraspirazione delle piante, a cui viene dato il nome di perdite idrologiche. Durante gli eventi di piena è tuttavia l'infiltrazione che assume il maggiore rilievo nel determinare la forma dell'idrogramma del deflusso superficiale, perché le perdite per intercettazione della copertura vegetale svolgono un ruolo significativo solo per eventi minori e limitatamente alla prima parte dell'evento, mentre i volumi idrici interessati dal fenomeno dell'evapotraspirazione in genere sono trascurabili per via delle basse temperature associate alle perturbazioni meteorologiche che provocano l'evento piovoso.

Se si prescinde inizialmente dalla tipologia e dalla percentuale di superficie boscata del bacino, tali processi dipendono essenzialmente, anche se in modo diverso, da fattori climatici (durata e intensità della pioggia, distribuzione spazio-temporale di precipitazioni e temperature), morfologici (area del bacino, acclività ed esposizione dei versanti), idrogeologici (permeabilità e porosità del suolo, contenuto di umidità iniziale).

Tra i fattori climatici, durata, intensità ed ammontare totale della pioggia influiscono direttamente sulla formazione dei deflussi superficiali, che può avvenire con due meccanismi distinti. Una prima modalità si realizza quando l'intensità della pioggia supera la capacità di infiltrazione del suolo provocando deflusso superficiale mediante saturazione dei suoli dall'alto (*Hortonian overland flow*). Una seconda modalità di deflusso superficiale ha luogo nel caso in cui i deflussi profondi saturano dal basso gli strati di base e quelli superiori risalendo verso la superficie del suolo, provocando il deflusso sul versante in presenza di topografie particolari (*saturation overland flow*).

Il deflusso hortoniano si verifica, in genere, nei suoli naturali con bassa capacità d'infiltrazione in aree aride e semiaride mentre è poco frequente nei suoli vegetati delle regioni umide. Il deflusso per saturazione dal basso è invece più frequente al piede di versanti acclivi ed nelle aree contribuenti del bacino poste in corrispondenza di sponde fluviali (Chow *et al.*, 1988).

Anche la morfologia del versante assume un ruolo importante nella formazione dei deflussi di piena. Infatti, a parità di caratteristiche dell'evento pluviometrico, le velocità e quindi i volumi dei deflussi superficiali sui versanti molto acclivi assumono valori elevati, al contrario dei versanti poco inclinati dove i volumi idrici infiltrati ed i tempi di corrivazione dei deflussi superficiali aumentano.

Gli studi presenti in letteratura sugli effetti della copertura forestale sulle piene nei bacini idrografici sono, nella maggior parte dei casi, condotti in bacini sperimentali di piccole dimensioni, in cui è più facile isolare l'effetto idrologico sulle piene dovuto al bosco rispetto a quello dovuto ad altri fattori. Molti studi confermano che l'effetto di laminazione delle piene osservato nei piccoli bacini si ridimensiona molto al crescere dell'area del bacino, sia perché in genere diminuisce la percentuale di superficie boscata e

quindi l'impatto dovuto alla copertura forestale, sia anche perché raramente gli eventi pluviometrici di intensità eccezionale e lunga durata si estendono su aree dell'ordine del migliaio di km². E' per questo che l'impatto della copertura forestale si valuta in genere commisurando i deflussi di piena in uno stesso bacino prima e dopo un intervento selvicolturale che modifichi l'entità della copertura forestale, oppure confrontando le risposte idrologiche ottenute a parità di evento pluviometrico intenso da una coppia di bacini di caratteristiche fisiche e morfologiche analoghe ma con differenti percentuali di superfici boscate.

Se i suoli del bacino sono caratterizzati da valori iniziali elevati di permeabilità e porosità, la velocità d'infiltrazione dell'acqua e i volumi idrici che possono essere assorbiti aumentano sensibilmente. In genere è questo il caso dei suoli forestali ben conservati, dotati di elevata porosità e una notevole stabilità di struttura, che si prestano a ricevere buona parte della pioggia affluita nel corso di eventi meteorici anche straordinari, comportando una sostanziale riduzione del deflusso superficiale. Se però all'inizio di un evento pluviometrico intenso l'umidità del suolo è elevata, a causa di ingenti piogge cumulate nel lungo periodo, le perdite per infiltrazione possono scendere a valori molto bassi, con conseguenze anche notevoli sulla formazione dell'evento di piena.

Il ruolo assunto dalle condizioni di umidità del suolo esistenti all'inizio dell'evento stesso nell'attenuare e condizionare le capacità d'infiltrazione dei suoli forestali è evidenziato in fig.1, con riferimento a due eventi pluviometrici simili monitorati in un piccolo bacino forestato sperimentale dell'Appennino calabrese (Ferrari *et al.*, 2002).

3. I SISTEMI FORESTALI E LE PIENE FLUVIALI

Negli ultimi decenni lo studio dell'influenza del bosco sulle piene ha suscitato l'interesse degli studiosi che hanno affrontato l'argomento coinvolgendo diverse discipline: dall'idrologia forestale alle scienze del suolo, dall'ecologia forestale alla climatologia, evidenziando in tal modo la necessità di un approccio multidisciplinare del problema, allo scopo di identificare il meglio possibile l'impatto dei singoli fattori sui fenomeni in gioco.

E' infatti condivisa l'opinione che la complessità dell'influenza dell'uso del suolo sui processi idrologici in occasione di eventi di piena impedisca semplici generalizzazioni. La letteratura esaminata si sofferma principalmente su tre dimensioni che riguardano il suolo, gli interventi selvicolturali e la dimensione dei bacini.

Numerosi autori (Lull e Reinhart, 1972; Hewlett, 1982; Bosch e Hewlett, 1982; Hamilton, 1987; Swanston, 1991; Calder, 1992; Bonell, 1993; McCulloch e Robinson, 1993; Calder, 1999; 2000; 2005) sulla base di esperienze sperimentali condotte in una grande varietà di situazioni vegetazionali, climatiche e pedologiche hanno evidenziato il ruolo fondamentale svolto dal suolo forestale. In Francia, ad esempio, un'esaustiva ricerca condotta su tre bacini sperimentali messi a confronto ha evidenziato che, durante gli eventi di piena, il fattore che riveste maggiore importanza sono le caratteristiche generali del suolo (Cosandey *et al.*, 2005). In particolare i suoli forestali, caratterizzati da elevata porosità e consistente stabilità di struttura, possono trattenere temporaneamente notevoli quantitativi di pioggia, comportandosi come serbatoi di enorme capacità. Tale

proprietà dei suoli forestali è evidenziata da numerosi studi. In popolamenti di *Pinus taeda* Coille (1940, in De Philippis, 1970) aveva riscontrato valori di infiltrazione crescenti con l'età del soprassuolo: 15 mm/h a 10 anni, 53 mm/h a 20 anni, 77 mm/h a 70 anni, e Arend (1942, in Summel, 1968), nel Minnesota, valori pari a 60 mm/h in una foresta indisturbata; di 40 mm/h in un bosco bruciato periodicamente; di 24 mm/h in un pascolo.

Alcune esperienze hanno mostrato che suoli in precedenza interessati da copertura forestale continuano a mantenere per lungo tempo le caratteristiche di porosità e struttura importanti nella mitigazione degli effetti disastrosi delle piene anche dopo la rimozione della copertura. Si può in ogni modo asserire che una riduzione percentualmente rilevante della superficie boscata, con conseguente progressiva alterazione di suolo forestale, nel breve e medio periodo alteri fortemente l'equilibrio idrogeologico del territorio.

Occorre anche fare una distinzione tra suoli di boschi di origine naturale e quelli di origine artificiale. All'alta porosità dei primi non corrisponde quella dei secondi, soprattutto a causa delle attività antropiche necessarie per l'impianto e la gestione di questi ultimi: preparazione del terreno, taglio e nuovo impianto, rimozione della vegetazione, accumulo di detriti legnosi, apertura di strade. Queste attività, utili comunque anche nel caso di boschi di origine naturale, rappresentano fattori capaci di compattare i suoli ed alterarne la struttura, con un impatto indiretto non trascurabile sulla mitigazione operata dai suoli sugli eventi di piena (Anderson *et al.*, 1997).

I diversi interventi selvicolturali determinano variazioni più o meno significative negli elementi del bilancio idrologico degli eventi di piena (Eisenbies *et al.*, 2007). I risultati di seguito riportati si riferiscono in particolare agli effetti delle ceduzazioni, del trattamento a raso e dei diradamenti osservati sperimentalmente nei singoli eventi di piena. I parametri idrologici attraverso cui è possibile valutare negli studi sperimentali gli effetti degli interventi selvicolturali sulle piene sono normalmente i volumi complessivi che defluiscono durante un evento di piena e la massima portata al colmo. Nella maggior parte dei casi di studio si evidenzia un incremento di tali parametri in relazione al tipo e all'entità dell'intervento.

In merito alla ceduzazione, l'impatto sull'idrologia assume evidenza soprattutto al momento del taglio finale e nei primi anni di sviluppo del nuovo soprassuolo. Va comunque osservato che il sensibile aumento di acqua nel suolo provocato dal taglio del bosco non determina alterazioni tali da favorire processi di piena qualora gli orizzonti organici rimangano indisturbati e si attenua notevolmente già nei primi anni, anche per l'insediamento di vegetazione erbacea ed arbustiva che segue il taglio (Swank e Crossley, 1988). A conferma di tali considerazioni, in cedui di faggio dell'Appennino Pistoiese sono stati osservati bruschi aumenti di deflusso superficiale per i primi due-tre anni dal taglio e un'attenuazione progressiva con il passare del tempo (Falciai *et al.*, 2001).

Analogamente, in cedui di eucalitto del Crotonese il taglio non ha comportato sostanziali variazioni nella trasformazione degli afflussi in deflussi, tranne nei primi due anni successivi. In uno studio sui processi idrici ed erosivi in cedui composti e matricinati di roverella e farnetto, Iovino *et al.* (1998) hanno attribuito alla maggiore densità

delle ceppaie nel ceduo matricinato e all'insediamento della vegetazione erbacea ed arbustiva, a seguito del taglio del soprassuolo, i ridotti deflussi superficiali.

Alcune classiche esperienze relative agli effetti del trattamento a raso sono stati eseguiti in un piccolo bacino di 13 ettari nel Coweeta in North Carolina (USA). A seguito di tale tipo di intervento in boschi di latifoglie, con il rilascio delle piante sul posto, sono stati registrati aumenti di volumi di portata annua ma non incrementi dei picchi di piena (Hoover, 1945; Hewlett e Hibbert, 1961). Sempre con tale forma di trattamento, ma limitato su una superficie di circa il 20%, in un bacino di 43 ettari in Pennsylvania, la portata al colmo passa da 0.11 a 0.50 m³s⁻¹km⁻² (Partridge e Sopper, 1973) e in un bacino di 101 ettari, nel quale il taglio è limitato al 25% della superficie, è stato riscontrato un lieve incremento del picco di portata del 10% passando da 0.30 a 0.33 m³s⁻¹km⁻² (Rothacher, 1973). Con la stessa modalità di intervento in un bacino dell'Oregon si hanno risultati analoghi poiché il picco di portata passa da 0.37 m³s⁻¹km⁻² a 0.40 m³s⁻¹km⁻² (Ziemer, 1981).

Dalle evidenze sperimentali sopra riportate, la variazione del picco di portata e dei volumi di piena defluiti risulta significativa a seguito di interventi che interessano percentuali di superficie almeno pari al 20-25% dell'area totale del bacino (Caissie *et al.*, 2002).

Con riferimento invece all'impatto degli interventi di diradamento sull'idrologia dei bacini, gli studi esaminati evidenziano un sensibile effetto sul bilancio idrologico stagionale piuttosto che sugli eventi di piena. Sulla base di una banca dati di studi idrologici a scala mondiale, Calder (1993) riporta un aumento medio del deflusso totale di 3.3 mm per ogni percentuale di area interessata dal diradamento, con un corrispondente incremento della riserva idrica del suolo (Lal, 1997). In Italia uno studio volto a valutare gli effetti dei diradamenti sul bilancio idrologico in un bacino sperimentale ha evidenziato l'effetto positivo del taglio di diradamento in popolamenti di pino laricio (*Pinus laricio*, Poiret) sulla riserva idrica in ambiente mediterraneo (Callegari *et al.*, 2003).

Tra le operazioni più frequenti connesse agli interventi selvicolturali, il trasporto e l'accumulo del legname e/o dei residui di lavorazione devono essere effettuati con molta attenzione perché possono alterare il corso dei tronchi fluviali, rallentare lo scorrimento superficiale dell'acqua, favorire la sedimentazione sulle golene, indurre l'erosione spondale e ridurre l'erosione degli strati superficiali del suolo (Wondzell e Swanson, 1999; Phillips, 2002; Hicks *et al.*, 2005). A causa della notevole quantità di residui che la corrente riesce a movimentare, la ridotta officiosità dei canali può infatti contribuire all'accrescimento del rischio di esondazione durante gli eventi di piena di maggiore rilevanza (Stover e Montgomery, 2001; Zhang *et al.*, 2006). Altre ricerche indicano nel contempo che il rilascio del legname migliora l'habitat dei corsi d'acqua e svolge importanti funzioni nell'ecosistema (Gippel, 1995; Nocentini, 2003; Boyd *et al.*, 2005). In particolare alcuni studi inseriscono il rilascio sul suolo dei residui di lavorazione tra le pratiche di corretta gestione forestale (Cantore *et al.*, 1994).

Altra operazione riguarda l'apertura di strade temporanee e permanenti che può causare azione di disturbo del suolo con effetti idrologici a lungo termine, dell'ordine della decina di anni (Megahan *et al.*, 1995, 2001; Jones e Grant, 1996;

Lal, 1997). L'apertura di strade può interferire, infatti, direttamente con il deflusso superficiale impedendo all'acqua di seguire i percorsi naturali e creando aree sorgentizie artificiali, diminuendo di conseguenza l'effetto di mitigazione delle piene (Wemple et al., 1996; Jones et al., 2000; Tague e Band, 2001; Megahan et al., 2001; Sidle e Onda, 2004; Negishi et al., 2006; Sidle et al., 2006). Si possono avere inoltre effetti di erosione o di compattazione, con rimozione di sostanza organica, scopertura del suolo e produzione di materiale detritico (Worrell e Hampson, 1997; Croke et al., 2001; Wahl et al., 2003). In alcuni studi l'apertura di nuove strade è stata effettivamente messa in relazione con l'aumento di frequenza e intensità delle portate al colmo di eventi di piena relativamente frequenti (Jones et al., 2000).

Un'ultima dimensione da tenere in considerazione nella valutazione dell'impatto del bosco e delle pratiche di gestione forestale sugli eventi di piena è legata alla dimensione del bacino. E' riconosciuto dagli studiosi che tale impatto è funzione della percentuale di superficie boscata sull'intero bacino, nonché dall'estensione e dalla tipologia dello specifico intervento selvicolturale effettuato. Nei bacini di grandi dimensioni solitamente la superficie interessata da bosco è ridotta, per cui l'effetto positivo di mitigazione delle piene subisce un indebolimento. Pertanto l'estensione dei risultati ottenuti nei singoli bacini sperimentali sull'impatto del bosco e degli interventi selvicolturali sulle piene a bacini di maggiori dimensioni non è scontata e può essere effettuata con attendibilità solo nel caso di bacini forestati aventi caratteristiche morfologiche e vegetazionali del tutto simili a quelle dei bacini oggetto dei casi di studio.

Si vuole far notare, infine, che l'eventuale impatto sulla mitigazione delle piene da parte di altri fenomeni di più recente segnalazione in letteratura, come ad esempio i cambiamenti climatici, può rendere più incerta l'attribuzione dell'effetto dovuto al bosco e agli interventi selvicolturali rispetto a quello dovuto ad altri fattori (Andressian, 2004; MCPFE, 2007).

4. CONCLUSIONI

Il ruolo svolto dal bosco e dagli interventi selvicolturali nella mitigazione delle piene non è identificabile con certezza alla luce della complessità dei fenomeni e delle conoscenze ancora incomplete della comunità scientifica. Non sono molti, infatti, i risultati inequivocabili ottenuti nelle ricerche sviluppate sull'effetto che essi hanno nella dinamica degli eventi di piena nei bacini idrografici. E' ormai assodato, ad esempio, che le foreste e gli interventi selvicolturali sono in grado di mitigare le piene di minore entità nei bacini di piccole dimensioni mediante meccanismi di invaso e laminazione, ma l'effetto sulla mitigazione delle piene più intense nei bacini di grandi dimensioni non è dimostrato con altrettanta certezza (Ciancio e Iovino, 1995; Eisenbies *et al.*, 2007). Ciò anche perché l'entità dei volumi idrici dei singoli processi fisici che presiedono alla formazione dell'evento di piena, come ad esempio l'eccesso di infiltrazione o di saturazione di un versante, non è conoscibile con esattezza se non in piccoli bacini sperimentali ed è comunque variabile nel tempo. Si può quindi sostenere che il bosco intervenga nelle dinamiche di trasformazione degli afflussi meteorici in deflussi, anche se il suo ruolo svolto in occasione di eventi di piena non è sempre facile da identificare rispetto all'impatto dovuto ad altri fattori.

Nonostante le incertezze evidenziate sull'effetto del bosco nella mitigazione delle piene, è ormai opinione fortemente condivisa che la conservazione e l'ampliamento della superficie forestale mediante appropriati interventi selvicolturali rappresentino elementi capaci di migliorare l'idrologia dei bacini, contrastare i fenomeni di degrado dei terreni e i processi di erosione del suolo, alleviare l'impatto negativo dei cambiamenti climatici ed ambientali in atto (MCPFE, 2007).

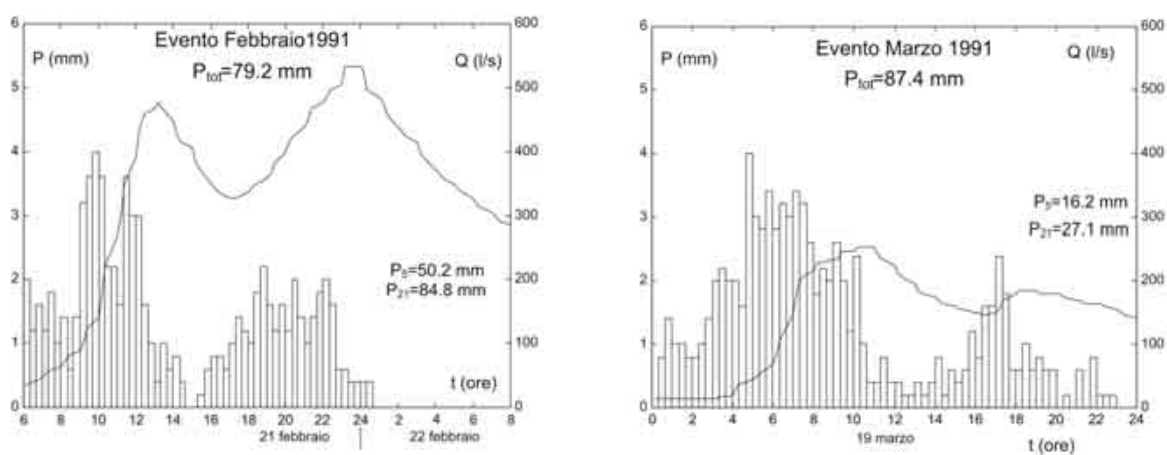


Figura 1. Idrogrammi di piena registrati nel bacino sperimentale Bonis in Calabria (P_5 = pioggia cumulata nei 5 giorni prima dell'evento, P_{21} = pioggia cumulata nei 21 giorni prima dell'evento).

SUMMARY

IMPACT OF FOREST ON FLOODS ALLEVIATION

In this work the role of climatic, geological, morphological and vegetational factors in the rainfall-runoff transformation of the drainage basins is examined. Some results of the researches focused on the impact of forests and silvicultural treatments on flood mitigation in basins with different physical features are shown in particular. This impact has not been assessed with certainty by the examined studies, due both to the complexity and the incomplete comprehension of the phenomena. The presence of forest has proved to reduce minor floods in small basins; on the contrary this effect has not been clearly shown for greater floods in wider basins. As regards the role of forest operations on flood formation, the most part of the studies shows a slight increase of flood peaks and volumes related to the entity and the type of the intervention.

RÉSUMÉ

IMPACT DU FORET DANS L'ADOUCCISSEMENT DES CRUES

Les auteurs examinent l'impact des facteurs climatiques, hydrogéologiques, morphologiques et végétatifs dans les procès hydrologiques de transformation des eaux météorologiques en écoulements fluviaux. Ils sont aussi rapportés quelques résultats relatifs à l'influence de la forêt et des pratiques de gestion forestière dans les mitigation des événements alluviaux en bassins caractérisés de différentes conditions. Des expériences de recherche vous rapportez, il n'est pas identifiable avec certitude l'impact de la couverture forestière et de sa gestion dans les mitigation des crues à cause de la complexité et de l'incomplète connaissance des phénomènes. Les petites crues en bassins de limitées dimensions résultent atténuées de la présence de la forêt, au contraire il n'y a pas le même impact en cas de pleines plus intenses sur des vastes bassins. Dans la plupart des cas étudiés, en ce qui concerne l'influence de la gestion forestière dans la formation des crues, on met en évidence un accroissement des valeurs de pics de portée et de volumes qui s'écoulent en relation au type et à l'entité de l'intervention.

BIBLIOGRAFIA

- Anderson S.P., Dietrich W.E., Montgomery D.R., Torres R., Conrad M.E., Loague K., 1997 – *Subsurface flow paths in a steep, unchanneled patterns*. *Oikos*, 49: 340-346.
- Andressian V., 2004 – *Waters and forests: from historical controversy to scientific debate*. *Journal of Hydrology*, 291: 1-27.
- Bonell M., 1993 – *Progress in the understanding of runoff generation dynamics in forests*. *Journal of Hydrology*, 150: 217-275.
- Bosch J.M., Hewlett J.D., 1982 – *A review of catchment experiments to determine the effects of vegetation changes on water yield and evapotranspiration*. *Journal of Hydrology*, 55: 3-23.
- Boyd L., MacNally R., Read J., 2005 – *Does fallen timber on floodplains influence distribution of nutrients, plants, and seeds?* *Plant Ecology*, 177: 165-176.
- Caissie D., Jolicoeur S., Bouchard M., Poncet E., 2002 – *Comparison of streamflow between pre and post timber harvesting in Catamaran Brook (Canada)*. *Journal of Hydrology*, 258: 232-248.
- Calder I.R., 1992 – *The hydrological impact of land use change (with special reference to afforestation and deforestation)*. Proceedings of the Conference on priorities for water resources allocation and management. Natural Resources and Engineering Adviser conference, Southampton, July 1992. Overseas Development Administration.
- Calder I.R., 1999 – *The blue revolution, land use and integrated water resources management*. London: Earthscan.
- Calder I.R., 2000 – *Land use impacts on water resources*. Background paper 1. FAO Electronic Workshop on Land-Water Linkages in Rural Watersheds. 18 September–27 October 2000. <http://www.fao.org/ag/agl/watershed/>.
- Calder I.R., 2005 – *Blue revolution II, integrated land & water resources management*. London: Earthscan.
- Callegari G., Ferrari E., Garfi G., Iovino F., Veltri A., 2003 – *Impact of thinning on the water balance of a catchment in Mediterranean environment*. *The Forestry Chronicle*, 79 (2): 301-306.
- Cantore V., Iovino F., Puglisi S., 1994 – *Influenza della forma di governo sui deflussi liquidi e solidi in piantagioni di eucalitti*. *L'Italia Forestale e Montana*, 5: 463-477.
- Chow V.T., Maidment D.R., Mays L.W., 1988 – *Applied hydrology*. McGraw-Hill International Editions, Civil Engineering Series.
- Ciancio O., Iovino F., 1995 – *I sistemi forestali e la conservazione del suolo*. Atti dell'Accademia dei Georgofili, 1994. Giornate di studio sul "Global Change", Il verde per la difesa ed il ripristino ambientale, 7 Dicembre 1994. Vol. XLI, 85-146.
- Cosandey C., Andressian V., Martin C., Didon Lescot J.F., Lavare J., Folton N., Mathys N., Richard D., 2005 – *The hydrological impact of the Mediterranean forest: a review of French research*. *Journal of Hydrology*, 301: 235-249.
- Croke J., Hairsine P., Fogarty P., 2001 – *Soil recovery from track construction and harvesting changes in surface infiltration, erosion, and delivery rates with time*. *Forest Ecology and Management*, 143: 3-12.
- De Philippis A., 1970 – *La copertura forestale e la difesa del suolo*. Istituto di Tecnica e Propaganda Agraria, Roma.
- Eisenbies M.H., Aust W.M., Burger J.A., Adams M.B., 2007 – *Forest operations, extreme flooding events, and considerations for hydrologic modeling in the Appalachians. A review*. *Forest Ecology and Management*, 242: 77-98.
- Falciai M., Ghinassi G., Trucchi P., 2001 – *Deflussi superficiali stagionali da un ceduo di faggio sottoposto a trattamenti selviculturali*. Quaderni di Idronomia Montana.
- Ferrari E., Callegari G., Iovino F., Veltri A., 2002 – *Influenza della copertura forestale e impatto degli interventi selviculturali sulla risposta idrologica in un bacino sperimentale della Calabria*. 28° Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche. Potenza 16/19 settembre 2002. Editoriale Bios, Cosenza. Vol. V: 355-365.

- Gippel C.J., 1995 – *Environmental hydraulics of large woody debris*. Journal of Environmental Engineering, 121: 388-395.
- Hamilton L.S., 1987 – *What are the impacts of deforestation in the Himalayas on the Ganges-Brahmaputra lowlands and delta? Relations between assumptions and facts*. Mountain Research and Development, 7: 256-263.
- Hewlett J.D., 1982 – *Forests and floods in light of recent investigations*. Proceedings of the Canadian Hydrology Symposium, 14-15 June 1982, Fredricton, New Brunswick. Associate Committee on Hydrology, National Research Council of Canada, 543-559.
- Hewlett J.D., Hibbert A.R., 1961 – *Increase in water yield after several types of forest cutting*. IAHS-AISH, Pub. 6: 5-17.
- Hoover M.D., 1945 – *Effect of removal of forest vegetation upon water yield*. Eos Trans. AGU, 6: 969-977.
- Iovino F., Cinnirella S., Veltri A., Callegari G., 1998 – *Processus hydriques des écosystèmes forestiers*. Ecologie, 29 (1-2): 369-375.
- Jones J.A., Grant G.E., 1996 – *Peak flow responses to clear cutting and roads in small and large basins, Western Cascades, Oregon*. Water Resources Research, 32: 959-974.
- Jones J.A., Swanson F.J., Wemple B.C., Snyder K.U., 2000 – *Effects of the roads on hydrology, geomorphology, and disturbances patches in stream networks*. Conservation Biology, 14: 76-85.
- Lal R., 1997 – *Deforestation effects on soil degradation and rehabilitation in western Nigeria IV. Hydrology and water quality*. Land Degradation and Development, 8: 95-126.
- Lull H.W., Reinhart K.G., 1972 – *Forests and floods in the Eastern United States*. United States Department of Agriculture. Forest Service Research, Paper NE-226.
- McCulloch J.S.G., Robinson M., 1993 – *History of forest hydrology*. Journal of Hydrology, 150: 126-189.
- MCPFE, 2007 – *Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe. Warsaw Resolution 2. Forests and Water*. Fifth Conference on the protection forest in Europe, 5-7 November 2007, Warsaw, Poland.
- Megahan W.F., King J.G., Seyedbagheri K.A., 1995 – *Hydrologic and erosional responses of a granitic watershed to Helicopter logging and broadcast burning*. Forest Science, 41: 777-795.
- Megahan W.F., Wilson M., Monsen S.B., 2001 – *Sediment production from granitic cut slopes on forest road in High Idaho, USA*. Earth Surface Processes and Landform, 26: 153-163.
- Negishi J.N., Sidle R.C., Noguchi S., Nik A.R., Stanforth R., 2006 – *Ecological roles of roadside fern (Dicranoptepris curranii) on logging road recovery in peninsula Malaysia: preliminary results*. Forest Ecology and Management, 224: 176-186.
- Nocentini S., 2003 – *La conservazione degli ecosistemi forestali: il ruolo degli alberi morti*. In: "Gestione dei sistemi forestali e risorse idriche", Quaderni di Idrotecnica. Edizioni Bios, Cosenza: 107-115.
- Partridge D.B., Sopper W.E., 1973 – *Effects of partial forest removal on storm hydrographs*, Res. Briefs 7 (1), School of Forest Resources, Penn. State Univ., University Park.
- Phillips J.D., 2002 – *Geomorphic impacts of flash flooding in a forested head water basin*. Journal of Hydrology, 269: 236-250.
- Rothacher J., 1973 – *Does harvest in west slope Douglas-fir increase peak flow in small stream?* Res. Pap. PNW-163, U.S. Dep. of Agric., Forest Service, Portland, Oregon, 13 pp.
- Sidle R.C., Onda Y., 2004 – *Hydrogeomorphology: an overview of an emerging science*. Hydrological Processes, 18: 597-602.
- Sidle R.C., Tani M., Ziegler A.D., 2006 – *Catchment processes in South East Asia: atmospheric hydrologic, erosion, nutrient cycling, and management effects*. Forest Ecology and Management, 224: 1-4.
- Stover S.C., Montgomery D.R., 2001 – *Channel change and flooding, Skokomish River, Washington*. Journal of Hydrology, 243: 272-286.
- Susmel L., 1968 – *Sull'azione regimante e antierosiva della foresta*. Atti del Convegno "Le scienze della natura di fronte agli eventi idrogeologici". Accademia dei Lincei, Roma, 301-402.
- Swank W.T., Crossley D.A.J., 1988 – *Forest hydrology and ecology at Coweeta*. Springer-Verlag, New York.
- Swanston D.N., 1991 – *Natural Processes*. In: Meehan W.R. (ed.), Influences of Forest and Rengeland Management on Salmonid Fishes and their Habitats. Special publication 19, Bethesda, Maryland: American Fisheries Society. 139-179.
- Tague C., Band L.E., 2001 – *Simulating the impact of road construction and forest harvesting on hydrologic response*. Earth Surface Processes and Landforms, 26: 135-151.
- Wahl N.A., Bens O., Schafer B., Huttl R.F., 2003 – *Impact of change in land uses management on soil hydrologic properties: hydraulic conductivity, water repellence and water retention*. Physics and Chemistry of the Earth, 28: 1377-1387.
- Wemple B.C., Jones J.A., Grant G.E., 1996 – *Channel network extension by logging roads in two basins, Western Cascades, Oregon*. Water Resources Bulletin, 32 (6): 1195-1207.
- Wondzell S.M., Swanson F.J., 1999 – *Floods, channel change, and the hyporeic zone*. Water Resources Research, 35: 555-567.
- Worrell R., Hampson A., 1997 – *The influence of some forest operations on the sustainable management of forest soils. A review*. Forestry, 70: 16-85.
- Zhang Q., Liu C., Xu C.Y., Xu Y.P., Jiang T., 2006 – *Observed trends of annual maximum water level and stream flow during past 130 years in the Yangtze River basin, China*. Journal of Hydrology, 324: 255-265.
- Ziemer R.R., 1981 – *Storm flow response to road building and partial cutting in small streams of Northern California*. Water Resources Research, 17: 907-917.

ACQUA E SUOLO: UN PARADIGMA PER AZIONI INTEGRATE

(*) *Associazione Idrotecnica Italiana*

La nota affronta due problemi fra loro correlati, la cui soluzione è importante per una corretta azione sul territorio. Da una parte la necessità di azioni integrate che mettano insieme saperi e discipline che da soli sarebbero in grado solo di affrontare segmenti della complessità; dall'altra il ripristino della programmazione come momento né rigido né onnicomprensivo, ma utile a disegnare una cornice che comprenda l'insieme degli strumenti e delle operazioni. Altrettanto utile se non imprescindibile è il trasferimento delle conoscenze via via acquisite in ambito scientifico presso i decisori e gli operatori sul territorio, pena l'obsolescenza e l'inadeguatezza dell'intervento non aggiornato. Viene infine proposto un "patto" fra l'Associazione Idrotecnica Italiana e l'Accademia di Scienze Forestali, in termini di una consultazione permanente sul terreno delle materie ambientali, idrauliche, forestali e di governo del territorio.

Desidero innanzitutto rivolgere un caloroso saluto al presidente professore Fiorenzo Mancini, al professore Orazio Ciancio, agli amici tutti dell'Accademia Italiana di Scienze Forestali, augurando un proficuo svolgimento dei lavori.

Poi sostanziale il perché l'Associazione Idrotecnica Italiana, che ho l'onore da presiedere dal maggio di quest'anno, ha inteso patrocinare, come è noto, il Convegno di questi giorni. Credo che le ragioni sostanziali emergeranno dal tenore delle cose che dirò da qui a poco, ma è utile comunque fin da subito far risaltare come sia sempre più importante muoversi lungo percorsi interdisciplinari se si vuole giocare per davvero, e vincerla, la partita della complessità, in specie, per quanto ci riguarda, quella delle politiche territoriali.

L'Associazione Idrotecnica Italiana ha 85 anni di vita, ha sede a Roma, conta quasi 1000 iscritti e per finalità istituzionali ha il compito di promuovere studi e ricerche nel campo delle risorse idriche e in quelle legate all'ambiente e al territorio. Docenti universitari, ricercatori, liberi professionisti, imprese, tecnici, si ritrovano sotto la bandiera delle best practices nelle azioni dell'intervento dell'uomo su bacini idrografici, in acquedotti, lungo le coste... laddove, insomma, l'acqua e il suo contesto più ampio si interfacciano con la nostra vita. Sulla nostra rivista, l'Acqua, si trovano, così, memorie scientifiche, note tecniche, aggiornamenti normativi e resoconti delle nostre iniziative tanto nazionali quanto promosse in sede locale dalle sezioni regionali attraverso le quali ci siamo strutturati. Come non cogliere, quindi, l'oggettivo intreccio che c'è fra noi e... stavo per dire voi, ma mi sono accorto per tempo che anche io sono membro dell'Accademia di Scienze Forestali, e quindi basterà dire: fra un approccio squisitamente idraulico e uno dal versante forestale, ma entrambi complementari uno all'altro, entrambi necessari.

Dunque... veniamo a noi. Non è certamente la prima volta che le discipline idrauliche s'incontrano e colloquiano con quelle forestali. Tanto in ambiti accademici che politici, istituzionali e professionali il passato più o meno recente ci consegna testimonianze non banali né episodiche di feconde relazioni fra i cultori dell'acqua e quelli del bosco.

Cos'era, in definitiva, il Progetto Finalizzato Conservazione del Suolo del Consiglio Nazionale delle Ricerche,

di qualche lustro fa, diretto da Fiorenzo Mancini, punto di riferimento imprescindibile per tutta la ricerca su acqua-suolo-soprassuolo, se non il banco di prova su cui individuare e coltivare campi comuni di ricerca e applicazioni, ciascuno con la propria specificità?

Che cos'è il Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche, la naturale prosecuzione delle attività del P.F. Conservazione del Suolo? E qual è, in termini di assoluto rilievo, il lavoro che ha svolto finora, e che ancora molto darà?

C'era l'intuizione, o addirittura la consapevolezza, di come due comparti naturalmente e fisicamente così evidentemente connessi, dovessero sì, essere trattati con soggettività e proprietà di strumenti investigativi in buona misura autonomi, ma all'interno di una cornice di complementarità e di interdisciplinarietà che cogliesse ed esaltasse le zone, ampie, di comune, intrinseco interesse. E la nascita, nel 1989, della legge 183 sulla difesa del suolo si deve anche, e in misura non residuale, a quei contributi, a quei confronti, a quella tensione che si erano creati nel corso delle molteplici attività del Progetto Finalizzato. Così come almeno due Progetti Speciali della Cassa per il Mezzogiorno vollero e seppero, parlo grosso modo di trent'anni fa e più, giocare la scommessa di parlare un linguaggio unificante fra ricercatori e tecnici di discipline fra loro diverse. Progetti Speciali che hanno costituito e, a mio parere costituiscono ancora oggi, un formidabile scrigno di raccolta, elaborazioni e proposte, evidentemente da aggiornare, ma in sé potente strumento di lavoro.

La nascita, nell'ordinamento universitario, di Corsi di laurea in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio e di orientamenti fortemente indirizzati verso discipline ambientali costituisce la sintesi di elaborazioni e di proposte scaturiti sia nell'ambito del Progetto Finalizzato che del Gruppo Nazionale di Docenti delle Discipline Idrauliche.

Vincenzo Marone e Giuseppe Frega, che fecero nascere, nei primi anni settanta, il Dipartimento di Difesa del Suolo dell'Università della Calabria, di cui faccio parte, sono stati, fin dall'inizio, convinti assertori d'una contaminazione culturale e umana, fra scienze agronomiche, scienze forestali, e discipline idrauliche. Come non ricordare, più in generale, gli articoli e i contributi, le proposte e anche le provocazioni, sul ruolo del bosco nella formazione delle piene e nella stabilità delle terre, e, per quanto

a me più vicini, i Convegni organizzati in Calabria, nell'arco di cinque anni, con il Cespe prima, con la Regione Calabria, poi, sulla pianificazione vista con la lente del sistema congiunto acqua-suolo-soprassuolo? Quando nel 1975, se ricordo bene, si decise di attivare insegnamenti in Facoltà d'Ingegneria, su proposta del nostro Dipartimento, di materie agronomiche e forestali, ci fu più d'uno che mugugnò, criticando l'approccio culturale sotteso. Basso, Morano e altri ancora hanno dato un contributo nella comprensione di molti processi, e ora trovano nel collega Francesco Iovino, è utile ricordarlo, membro e collega del Dipartimento di difesa del suolo, il destinatario di quel testimone. Un testimone con il quale tre-quattro anni fa organizzammo un Seminario di studi e proposte, proprio sul tema dell'acqua e del bosco visti come due facce d'una stessa medaglia. Ne ricordo perfettamente lo svolgimento, e gli esiti quanto mai attuali, di quel seminario, i cui atti sono stampati e disponibili.

Senza infingimenti, comunque, è bene dire esplicitamente che negli ultimi anni s'è venuta a creare, nei nostri insegnamenti, negli ordinamenti universitari, e, più in generale, nella nostra politica culturale, un affievolimento di tensione e di volere, e sapere guardare, a fronte alta. Cosa voglio dire? È presto detto. Dopo la fine degli anni settanta, non solo nelle università, ma in pratica lungo tutte le coordinate della nostra vita politica e culturale nazionale, s'è assistito a un fenomeno via via crescente e articolato di cui ancora oggi viviamo gli effetti. Mi riferisco precisamente all'indebolimento prima, all'esaurirsi poi, della fase della programmazione. Un'epoca, nei fatti, in cui si riteneva, con un eccesso non so quanto manifesto e consapevole, di rigidità e di illuminismo, ch'era possibile oltre che necessario, attraverso pianificazioni onnicomprensive, prefigurare e disegnare il futuro nel breve-medio termine. Per cui, evidentemente, discipline, settori e comparti diversi, sovente molto diversi, cercavano, e trovavano, linguaggi e approcci fra loro strettamente connessi e interdipendenti, tutti intorno a un tavolo, si potrebbe dire. Non è questa, propriamente, la sede in cui dibattere sui perché, e non sono pochi, quella stagione si è spenta, ma qualche fugace, e spero non grossolano, cenno ritengo vada fatto, soprattutto per capire verso dove andiamo e verso dove dovremmo andare. L'epoca del primo centrosinistra in Italia, quello di Giolitti e Ruffolo fra gli altri, aveva messo in piedi una sorta di cabina di regia che suggestionata, anche, dai piani quinquennali di sovietica memoria, riteneva, un po' deterministicamente e dirigisticamente potremmo dire, di poter curvare la storia, disegnando un futuro percorribile di crescita e prosperità, d'utilizzo di risorse, di creazione d'infrastrutture, di valorizzazione di comparti produttivi, basato sul paradigma, appunto, del piano in quanto strumento salvifico.

La storia, invece, è andata come sappiamo, mostrando, per quello che oggi ci interessa più da vicino, l'irrompere d'una serie di fattori che hanno reso non più praticabile quella politica. Mi riferisco esplicitamente, per quanto schematicamente, all'impossibilità nel proseguire con politiche esclusivamente centralistiche, e anche pubblicistiche, direi, che ormai mostravano tutta la loro incapacità nell'affrontare e risolvere i problemi, a causa d'un eccesso di burocrazia, di controllo 'particolare, minuzioso, oltre che clientelare e assistenziale, in alcuni casi: quelli riguardanti il Mezzogiorno, che facevano sì che prevales-

se l'antipolitica, l'interesse di parte, cioè, su quello generale, l'incapacità di trarre sintesi efficaci, l'entropia come cifra prevalente. Ma mi riferisco anche all'elefantiasi d'apparati in buona misura autoreferenziali e nient'altro, alle farraginosità, alla distanza che via via si faceva abissale fra scelte e aspettative della popolazione, e al crescente grado di complessità nelle società occidentali, chiamate, per di più, a dover fare i conti con un'incalzante richiesta di partecipazione, sfociata nella proliferazione invereconda di istituti di democrazia decentrata. In ultimo ma non per ultimo l'insorgere delle regioni del Nord che s'accompagnava, e s'accompagna tuttora, simmetricamente, all'irrisolta questione meridionale.

Ce n'è abbastanza: tanto da provocare, insieme ad altro, di carattere giudiziario, di politica internazionale, di nuovi modi e nuovi beni di produzione, la fine, almeno formale, della cosiddetta prima repubblica, l'irrompere di nuove soggettività, il prefigurare vere e proprie rivoluzioni in campo istituzionale, sì, ma anche culturale, comportamentale, strumentale e di approccio sistemico.

Così, in forza anche d'una crescente specializzazione, necessaria in tempi in cui il sapere, i saperi, acquistano forza e potere, d'una mondializzazione nei rapporti e nelle conoscenze, d'un anelito insopprimibile, tanto innato quanto ambiguo e pericoloso, di libertà e di edonismo, si passa alla deregulation, alla flessibilità, consentitemi: agli eccessi darwinisti, al riparo da vincoli, da compatibilità, da esigenze collettive. Per arrivare - a questo punto, siamo, e lasciando da parte tutta una serie di considerazioni che attengono ad altre sfere - a una politica d'intervento per comparti e progetti: Piano Agricolo Forestale, Piano delle Acque, Piano di Bacino, Piano del Parco, Piano Regolatore, Piano dei Rifiuti, Piano delle Infrastrutture, Piani Territoriali, d'Investimento ... e potrei continuare ...

Una sorta di quadri di intervento di certo più agile, più praticabile, se vogliamo, ma fortemente segmentata, parcellizzata direi, tutta in forza di atti normativi, di leggi dello Stato che, il più delle volte, rimandano a provvedimenti da assumere su scala locale, cioè regionale, che quasi sempre, com'è giusto, prefigurano interventi privatistici a fronte dell'esclusività prima riservata allo Stato, quello Stato che, dicevo, non ce la faceva più. Ma, per converso, cos'accade? Due fenomeni, almeno, su cui è necessario riflettere e, dov'è possibile, agire.

Il primo consiste nella sovrapposibilità, la conflittualità, l'incongruenza, d'uno strumento di piano rispetto all'altro, e quindi la paralisi o il caos. E quando tutto questo non dovesse verificarsi subentra lo scollamento, l'estraneità, d'un piano rispetto all'altro, in mancanza, in un caso come nell'altro, d'una cornice di riferimento unitario. Parlo, è del tutto ovvio, dei casi in cui tale sconcertante proliferazione di piani è attuata, perchè se si indaga si riscontra o un generico quanto inutile libro dei sogni, ovvero il nulla, anche in termini meramente formali. E una motivazione, per così dire nobile, ci sarebbe pure, data, per un verso dall'impoverimento e dalla crescente marginalizzazione dei quadri tecnici, che fino a qualche tempo fa costituivano l'ossatura dell'intervento operativo dello Stato, e dall'altro dalla mancanza di riferimenti e di certezze nelle ambiguità e contraddizioni esistenti, che di certo non stimolano ad effettuare scelte che poi potrebbero essere impuginate, annullate e vanificate.

Credo sia sufficientemente noto, tanto per fare un esempio che ritengo illuminante, che la prevalenza di ogni piano rispetto a tutti gli altri è sancita per legge, con l'effetto che, essendo ogni piano contestualmente sovordinato e sottordinato agli altri, ci troviamo in una vera e propria babele. Così come risultava, fino a pochi anni fa almeno, che in un bacino idrografico avessero competenza, a titolo diverso ma con pari rango, più di cinquanta uffici pubblici, e quasi trenta erano i vagli cui occorreva sottoporre, per l'approvazione, il piano di bacino. Parlo con cognizione di causa, evidentemente, a valle dell'indagine conoscitiva sull'attuazione della legge 183, che guidai in una commissione bicamerale Senato-Camera che ultimò i suoi lavori dieci anni fa. Un po', devo dire, la jungla, oggi. s'è sfoltita, anche per quanto riguarda l'individuazione di centri certi di responsabilità, grazie ai cosiddetti Decreti Bassanini e grazie a interventi legislativi che, da una parte hanno assegnato in maniera univoca, almeno teoricamente, competenze a Ministeri che prima si trovavano insieme a contendersi attribuzioni e poteri, e dall'altra, sanciscono inequivocabilmente che c'è un piano, e uno solo, cui tutti gli altri sono sottordinati, ed è il Piano di Assetto Idrogeologico, il PAI, previsto dalla novella alla legge 183 sulla Difesa del Suolo, introdotta dal Decreto Soverato, nel 1990, e di cui sono orgoglioso, da relatore in aula del provvedimento e di estensore dell'emendamento, poi approvato. Il professore Mancini, il professore Ciancio e tutti gli amici e colleghi che erano presenti, credo riconosceranno, a questo punto, l'eco delle parole che pronunciai qualche anno fa a Firenze quando fui chiamato a tenere la prolusione nella cerimonia di inaugurazione dell'anno accademico dell'Accademia di Scienze Forestali. Purtroppo gli anni passano ma soluzioni non si intravedono.

Ma, dicevo qualche minuto fa, c'è anche un altro fenomeno su cui riflettere. In pratica la materia ambientale e territoriale non è più di pertinenza e di rilevanza nazionale, e la legiferazione è in toto demandata alle Regioni, che potranno così, in piena autonomia l'una rispetto alle altre, decidere su quel braccio di mare, ciascuna fino ai propri confini amministrativi: quello che deciderà la Regione limitrofa poco importa... ; su quella parte di bacino idrografico che interessa quella regione, la stessa cosa; sull'emissioni di fumi e inquinanti idem ...e così via... Uno spezzatino improbabile di frammenti artificiosamente creati, che non è dato sapere quale esito sortirà.

Con questa realtà dobbiamo confrontarci, tanto da interrogarci sull'esito e sull'applicazione di tante leggi che abbiamo voluto, difeso, in qualche misura anche, se pure parzialmente, applicato, pur con il loro ineludibile grado di perfezionabilità e di necessità di aggiornamento. La legge 36 sulle acque e la 183 sulla difesa del suolo conservano una validità e modernità d'impianto che trovano un oggettivo riscontro nella normativa comunitaria sulle acque, tanto che la Direttiva dell'Unione Europea in materia non solo ricalca l'ossatura delle due nostre leggi, in termini combinati e coordinati, ma addirittura ne accentua le peculiarità. Qual è la forza della 36 e della 183, che prevale di gran lunga sui limiti e le debolezze, se non il considerare il sistema acqua-suolo come un unicum su cui operare in termini integrati, interdisciplinari e complementari, e il proporre azioni di piano flessibili e aggiornabili?

Qualche tempo fa partecipai a Roma, mi pare fossimo insieme, Francesco Iovino e io, a un dibattito sui piani di bacino. Ascoltai con visibile imbarazzo quanto esponeva un collega idraulico, responsabile tecnico-amministrativo d'un bacino del centro-nord, in riferimento al fatto che nel piano di bacino di sua competenza, le aree interne e le azioni di sistemazione agro-forestali fossero inesistenti o quasi. Intervenni per evidenziare questo fatto che stride tanto con la normativa che con un solido approccio culturale, e cito qui, oggi, quest'episodio, perchè la sensazione che prevale in me, suffragata dall'osservazione di tutta una serie di fatti, è che il lavoro da fare è tanto, e quello di oggi può essere un appuntamento in cui mettere le basi d'un percorso di riqualificazione dell'interdisciplinarietà.

Anche per uscire dalla genericità: le nuove, importanti attenzioni al paesaggio, le questioni urgenti in campo energetico, tutta la partita delle biomasse, le politiche nei parchi naturali, oltre che il lavoro che riguarda i PAI, sono casi significativi di lavoro comune; da noi abbiamo un Master che ci vede fianco a fianco, idraulici, idrologi e forestali; nella ricerca stiamo lavorando insieme sulle resistenze idrauliche nei fiumi in presenza di vegetazione, e nell'interpretazione multifrattale delle dinamiche fluviali stiamo ottenendo, sul versante squisitamente idraulico, risultati che non esito a definire d'assoluto rilievo, in attesa di verificare e implementare aspetti inerenti la geologia e la copertura vegetale dei bacini.

Penso, con i tempi e i modi che insieme potremo individuare, che potremmo lavorare a una dichiarazione d'intenti e di volontà sulla scorta della quale chiamare allo studio, alla riflessione, al lavoro interdisciplinare, a una sorta di patto di reciproca consultazione, ricercatori, amministratori, tecnici e quanti altri, così da muoverci lungo le linee d'un rinnovato e motivato interesse culturalmente e operativamente basato, che potrebbe far riferimento all'Accademia di Scienze Forestali, notoriamente la 'casa' storica dei forestali e all'Associazione Idrotecnica Italiana. È una proposta, un possibile, concreto, inizio di lavoro comune.

Lo dicemmo all'Inaugurazione dell'Anno Accademico dell'Accademia di Scienze Forestali, a Firenze, che ho appena ricordato, così come accadde all'Accademia dei Lincei nel Convegno sul Rischio Idrogeologico a Roma, e al Politecnico di Milano - e in altre sedi ancora -, dicemmo, e concludo, che, siamo in presenza di dinamiche che ci pongono di fronte a precise responsabilità, in quanto operatori culturali e in qualità di persone attive nella società, classi dirigenti, insomma. Mi spiego: da una parte il convincimento crescente che l'equazione sviluppo uguale aumento del Prodotto interno lordo non regge più, se non è robustamente accompagnata da misure che tengano conto della irriproducibilità delle risorse e dell'arresto delle politiche predatorie in atto in gran parte del mondo, da cui malattie, fame, cambiamenti climatici, desertificazione incalzante eccetera; dall'altra, e qui il dato è specificamente europeo, il fenomeno esponenzialmente in aumento che porta alle mega concentrazioni urbane e all'abbandono delle aree interne: l'Unione Europea scrive e detta che da qui a cinque - sei anni la Superficie Agraria Utilizzabile diminuirà rispetto all'attuale del quaranta per cento, nel totale degli Stati membri, con conseguenze produttive, di organizzazione della vita associata, di servizi da erogare, di tenuta fisica e manutenzione del terri-

torio, forse inimmaginabili, certamente da esplorare e, nel caso, correggere, o, almeno, suggerirne elementi di mitigazione non superficiali.

Fra politica e scienza, insieme a tanti tratti conflittuali, almeno un punto comune c'è, o ci sarebbe: quello di proporre misure finalizzate alla comprensione dei fenomeni, in termini non soltanto puntuali o specifici ma di sintesi e

di visione ampia; quello, se vogliamo dirlo in altro modo, di risolvere problemi e d'arginare, se pure con i limiti epistemologici sanciti da Popper, il grado d'entropia che è insito nella nostra vita ma che i tempi nostri stanno evidenziando in crescita fortemente accelerata.

È una sfida che è il caso di affrontare, molto meglio è affrontarla insieme. Grazie.

SESSIONE 4

SELVICOLTURA: CAMBIAMENTI CLIMATICI PROTOCOLLO DI KYOTO

Coordinatori

Ervedo Giordano
Giuseppe Scarascia-Mugnozza

Chairman

Ervedo Giordano

FORMAZIONI FORESTALI POTENZIALMENTE VULNERABILI AI CAMBIAMENTI CLIMATICI E STRATEGIE DI ADATTAMENTO

(*)Dipartimento di Scienze dell'Ambiente Forestale e delle sue Risorse, Università degli Studi della Tuscia, Viterbo

(**) Dipartimento Agronomia, Foreste e Territorio, Consiglio per la Ricerca in Agricoltura, Roma

L'elevato grado di variabilità e di incertezza dei cambiamenti climatici alle varie latitudini ha indotto l'Unione Europea a richiedere agli stati membri di mettere a punto delle strategie di adattamento riguardanti tutti i settori produttivi, compresi quelli agricoli e forestali.

In mancanza di indicazioni precise sul futuro del clima nel lungo periodo appare opportuno stabilire, fin da ora, le misure che possono venire adottate al fine di non dover affrontare drastici mutamenti nella composizione e nella struttura del patrimonio forestale del paese. L'esame di due formazioni potenzialmente vulnerabili rappresentate dalle faggete della Sicilia e dai querceti planiziali del Lazio, indica che se la risposta ai cambiamenti climatici verrà pianificata in anticipo, l'impatto ambientale potrà risultare meno sconvolgente.

La pianificazione degli interventi adattativi per essere efficace richiede però l'approfondimento delle conoscenze sulla vulnerabilità, sulle implicazioni biologiche e fisiologiche, sulle caratteristiche dei genotipi che sono alla base della capacità di resilienza delle varie specie.

Parole chiave: cambiamenti climatici, ecosistemi forestali, adattamento.

Key words: climate change, forest ecosystems, adaptation.

INTRODUZIONE

Il III Congresso di Selvicoltura avviene in occasione di una significativa ricorrenza, poiché sono passati 50 anni da quando, nel 1958, uno studioso recentemente scomparso, Charles Keeling, metteva in evidenza a Manua Loa, nelle isole Hawaii, l'elevata crescita della concentrazione atmosferica che aveva raggiunto 315 ppm, con un tasso d'incremento pari a 0.6 ppm annuo, dando così l'avvio alle ricerche su scala mondiale. La concentrazione atmosferica è andata costantemente crescendo ed ha superato 370 ppm negli ultimi 50 anni con un incremento del 18%, valore mai raggiunto nelle epoche precedenti, almeno negli ultimi 600.000 anni.

L'attuale concentrazione di CO₂ nell'aria corrisponde ad un incremento medio di carbonio nell'atmosfera di circa 3,3 Giga tonnellate all'anno. Al di là del lato quantitativo, l'aspetto più preoccupante è dato dalla rapidità e dalla diversità con cui il saggio d'incremento delle emissioni di gas serra si manifesta nei vari Paesi, soprattutto in quelli che stanno vivendo una forte espansione industriale come India, Cina, Brasile, dove l'incremento annuale di 3,5% può comportare il raddoppio delle emissioni nell'arco dei prossimi 25 anni. Come noto, i Paesi industrializzati si sono impegnati nella Conferenza di Kyoto a ridurre le proprie emissioni di gas serra complessivamente del 5% rispetto al livello del 1990, nel periodo 2008-2012, nella speranza di essere in grado di compensare l'aumento dovuto alle attività antropiche soprattutto nei Paesi emergenti.

Tuttavia, secondo le proiezioni dei modelli previsionali, il raggiungimento della sostenibilità climatica corrisponde ad una concentrazione di CO₂ di equilibrio prossima all'attuale, cioè compresa tra 350 e 400 ppm ma richiede la riduzione delle emissioni del 50% rispetto al 1990, per tutto il pianeta (BROWN 2007) e quindi saranno necessarie ulteriori diminuzioni nelle emissioni ma non senza difficoltà. Basti pensare ad esempio che, in Europa, il nuovo Regola-

mento Comunitario per la riduzione delle emissioni inquinanti, in discussione in questi giorni a Bruxelles, è motivo di grande incertezza per il settore automobilistico, considerato uno dei principali responsabili dell'incremento di CO₂ nell'atmosfera.

Un altro aspetto di incerta definizione del protocollo di Kyoto è costituito dalla difficoltà di calcolare la riduzione delle emissioni di CO₂ come bilancio netto tra le emissioni e la capacità di assorbimento del gas da parte di un dato Paese. Le foreste che scambiano ogni anno con l'atmosfera oltre il 60% del carbonio complessivamente fissato dalla biomassa degli ecosistemi terrestri, svolgono un'insostituibile azione mitigatrice nei principali cicli biogeochimici come quelli del carbonio, dell'acqua e nei rapporti tra biosfera e clima. Quando un Paese consegue un significativo aumento della superficie forestale e delle piantagioni arboree da legno ovvero migliora l'efficienza degli ecosistemi forestali e riduce le superfici percorse dagli incendi, quel Paese potrà essere in grado di rientrare nelle quote di riduzione delle emissioni gassose che sono state riconosciute dal Trattato per i prossimi decenni ed ha facoltà di scambiare le quote eccedenti con altri Paesi mediante un apposito meccanismo, il così detto Emission Trading Scheme (EUT) che è in vigore da circa 3 anni.

Una recente novità è rappresentata dal fatto che gli Stati Uniti, che avevano osteggiato il Protocollo, hanno lanciato proprio in questi giorni di maggiore turbolenza dei mercati finanziari, un sistema di scambio simile a quello europeo tra le industrie che producono energia elettrica mediante l'impiego del carbone e che provvedono a circa la metà del fabbisogno energetico del Paese. Infatti, 12 Stati della costa orientale tra cui New York e New Jersey si sono riuniti per imporre la riduzione delle emissioni di CO₂, ma il sistema in questa fase iniziale attribuisce all'industria dell'elettricità delle quote superiori a quelle che emettono.

Verranno poste in vendita con cadenza trimestrale 186 milioni di tonnellate di CO₂, mentre l'emissione annuale di

circa 500 industrie dell'elettricità interessate non supera 165 milioni di tonnellate. In pratica, è stato stabilito un eccesso di attribuzione in attesa che i sistemi di emissione vengano messi a punto nei prossimi decenni e le autorità hanno fissato un prezzo base di 1,86 Dollari per tonnellata di CO₂, che resta ancora lontano dai 25 dollari a tonnellata fissato sui mercati europei. Il prezzo americano è stato probabilmente ridotto, poiché il numero delle quote disponibili ha superato il livello dell'inquinamento effettivo. In Europa, nonostante le attuali difficoltà in cui versano i mercati finanziari, sono stati scambiati più di 2 milioni di tonnellate di carbonio sul mercato spot di Blue Next. I prossimi anni vedranno la graduale normalizzazione dei crediti ma, nel frattempo, appare fondamentale per il nostro paese dare concreta realizzazione al previsto Registro Nazionale dei Serbatoi di carbonio in modo da avere un punto fermo, periodicamente aggiornato della situazione, poiché l'equilibrio dell'assegnazione delle quote ai vari Paesi nell'ambito del Protocollo non è stato ancora raggiunto.

Attualmente, la temperatura dell'aria alla superficie del pianeta è aumentata di 0,3-0,6 gradi nell'ultimo secolo e sono sempre più evidenti gli effetti del riscaldamento terrestre quali il ritiro dei ghiacciai nelle regioni alpine, la riduzione della massa totale dei ghiacciai polari, il riscaldamento dell'acqua sub-superficiale dei mari etc. Gli effetti di queste modifiche a livello planetario danno luogo ad una variabilità climatica locale particolarmente intensa.

Merita ricordare che nell'intervallo trascorso dal precedente Congresso Nazionale di Selvicoltura cioè 10 anni, l'andamento meteorologico in Italia è stato estremamente variabile. Così, durante i primi 3 mesi dell'anno 2002 si è verificata una sensibile scarsità di precipitazioni inferiori al normale di circa l'80% in Sardegna, ma che ha interessato anche il Piemonte, la Lombardia e il Veneto, mentre nel mese di marzo si sono verificate temperature di ben 10 gradi superiori alla norma, che si sono ripetute anche durante il mese di settembre. I mesi di luglio e di agosto sono stati insolitamente freddi e piovosi contribuendo così a ridurre sensibilmente il numero e l'estensione degli incendi boschivi. In autunno, le precipitazioni eccessivamente intense nelle regioni settentrionali causavano violente tempeste, l'esondazione di parecchi fiumi, del lago Maggiore e del lago di Como, provocando numerose vittime. Nell'anno successivo 2003, l'andamento climatico è stato caratterizzato da temperature superiori alla media già nel mese di maggio, che sono rimaste costantemente elevate durante tutta la stagione estiva con conseguenze disastrose per gli incendi boschivi che hanno percorso oltre 96.000 ettari.

Questa situazione sembra corrispondere alle previsioni dei cambiamenti climatici ed è il risultato dei complessi equilibri che coinvolgono l'atmosfera, la criosfera, gli oceani, gli ecosistemi terrestri.

Sono sufficienti anche modeste alterazioni per destabilizzare il sistema climatico con cambiamenti improvvisi fin quando non si ristabiliscono nuove condizioni di equilibrio. Le informazioni fornite dalla Commissione Intergovernativa sui Cambiamenti Climatici (IPCC) prevede un persistente cambiamento globale del clima con un aumento della temperatura da 1,4 a 5,8 C durante questo secolo, che potrà provocare modifiche repentine nelle precipitazioni. In realtà, anche nelle ere geologiche passate si è verificato in seguito a rilevanti modifiche climatiche lo spostamento

delle specie forestali. Nelle condizioni attuali queste migrazioni dovrebbero avvenire ad una velocità più elevata che è stata valutata in 1,5-5,5 Km all'anno nella direzione dei Poli e 1,5-5,5 m in altitudine. La conseguenza è che dal punto di vista della biodiversità si potrebbe verificare una temporanea riduzione di ricchezza specifica in alcune aree dovuta alla degradazione o scomparsa delle foreste presenti, e si potrà assistere alla formazione di strutture più varie a causa delle variazioni ambientali.

I problemi gestionali che ne derivano sono molto complessi per favorire o guidare la migrazione naturale delle specie come, per esempio la creazione dei corridoi ecologici. Purtroppo la realizzazione pratica delle misure di adattamento delle specie forestali richiede tempi biologici, fisiologici e strutturali più lunghi della scale temporali normalmente applicate alle attività umane e può avvenire soltanto mediante un adeguato piano di sostegno. A questo scopo dovrebbero venire adottati specifici investimenti, considerati in apposito capitolo del Fondo Forestale Nazionale, che è augurabile venga previsto nella mozione finale di questo Congresso e poi adottato dal nostro Paese.

La proposta del Fondo Forestale Nazionale era stata avanzata senza successo nel precedente Congresso di Venezia, ma in questo caso appare appropriata, poiché la salvaguardia dei boschi dall'impatto climatico possiede un'enorme valenza generale comune a tutte le Regioni e risponde all'esigenza di un'efficace governance ambientale. Infatti, gli interventi devono tendere a conservare la struttura degli ecosistemi esistenti e nei casi estremi la sostituzione di una specie può comportare non solo modifiche ambientali, ma anche sociali nel rapporto con il territorio.

POSSIBILE IMPATTO DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI

Come già accennato, in questi ultimi anni si stanno manifestando in molte regioni del pianeta delle profonde modifiche ambientali a causa dei cambiamenti climatici. Infatti, a partire dalla metà del secolo scorso, il progressivo aumento della temperatura atmosferica, che si era mantenuto entro valori piuttosto modesti, ha subito un sensibile incremento. Uno studio molto ampio condotto sui dati di oltre 100 stazioni meteorologiche distribuite in tutta Italia, per gli ultimi due secoli (Brunetti *et al.*, 2006), ha dimostrato che l'aumento della temperatura media è risultato statisticamente significativo e pari a 1°C ogni 100 anni mentre nello stesso intervallo temporale le precipitazioni sono diminuite, ancorché non significativamente, del 5% per secolo.

Le differenziazioni stagionali e territoriali sono state complessivamente notevoli; ad esempio, è importante sottolineare che le precipitazioni primaverili si sono ridotte in misura quasi doppia di quelle annuali e ciò non potrà non avere impatti significativi sulla funzionalità degli ecosistemi naturali come di quelli agricoli mentre, a scala territoriale, le precipitazioni sono state inferiori rispetto alla norma nelle regioni settentrionali, con una differenza meno sensibile in quelle meridionali. L'aspetto preoccupante è dato dall'intensità degli eventi che, pur limitati nel tempo, rendono più gravi i fenomeni dell'erosione superficiale del suolo e della desertificazione. L'elevato grado di variabilità e di incertezza dei cambiamenti climatici alle varie latitudini ha indotto l'Unione Europea a richiedere agli Stati

membri di mettere a punto delle strategie di adattamento riguardanti tutti i settori produttivi, compresi quelli agricoli e forestali.

I problemi sono di difficile soluzione, ma mentre per l'agricoltura sono previsti interventi che possono venire realizzati a breve termine, per il settore forestale, le opzioni sono più complesse e limitate. Infatti, la maggior parte dei soprassuoli boscati rilevati nel secondo Inventario Forestale Nazionale, dovranno affrontare durante il loro normale ciclo biologico le trasformazioni ambientali previste per il 2050 e saranno ancora presenti sul territorio nel 2100. Fortunatamente, la maggior parte delle specie arboree che caratterizzano il nostro Paese ha superato numerose annate eccezionali che si sono ripetutamente verificate in passato, quali il rigido inverno del 1929 o l'estate torrida del 2003 e la prolungata siccità dal 1980 al 1989, ma la risposta adattativa alle modificazioni permanenti è piuttosto incerta.

Le ipotesi più concrete sui cambiamenti della temperatura atmosferica possono venire formulate in base a quanto si sta verificando nelle regioni alpine, dove si osserva una consistente riduzione della superficie dei ghiacciai e dello strato nevoso dei versanti. L'esame delle serie storiche per il periodo 1985 - 2005 ha messo in evidenza la generale diminuzione delle precipitazioni nevose sul versante meridionale nei settori centrali ed orientali delle Alpi ed una correlazione diretta tra l'andamento delle manifestazioni e la superficie a ghiacciai (Aineva, 2006). In Sicilia, negli ultimi 80 anni, è stata rilevata su scala regionale una variazione delle precipitazioni compresa tra i valori massimi di Palermo e Messina con 1270 mm all'anno ed il minimo di 400 mm lungo le coste meridionali. A Buccheri, sul versante della Sicilia orientale, le precipitazioni sono diminuite di 7,65 mm all'anno e l'unica stazione in cui si è verificato un aumento di 2,86 mm è quella di Erice, all'estrema punta nord-occidentale (Cannarozzo *et al.*, 2006). La riduzione della disponibilità idrica che si sta manifestando ai due estremi del nostro territorio sta ad indicare che i soprassuoli forestali dovranno affrontare prolungati periodi di siccità e maggiori perdite per evapo-traspirazione.

L'aumento della temperatura atmosferica previsto su scala mondiale è compreso tra 1,1° C e 6,4° C alla fine del secolo a causa dell'effetto serra, determinato dal raddoppio del contenuto di CO₂. Tra circa quaranta anni potrebbe avere luogo la risalita verso settentrione di alcune specie mediterranee, quali il pino domestico, il pino d'Aleppo e l'espansione del leccio e della roverella a scapito delle quercie caducifoglie e sulle Alpi, oltre gli attuali limiti altitudinali dell'abete rosso, del pino cembro e del larice.

In Francia, è già stata predisposta dall'INRA la cartografia delle zone forestali del futuro al fine di individuare i nuovi confini climatici dei vari ecosistemi, ma per superare l'incertezza delle proiezioni a lungo termine è necessario un ulteriore approfondimento sulla capacità di adattamento delle diverse formazioni arboree. A questo scopo, appare opportuno prendere in esame alcune specie che si trovano al limite della loro area di diffusione nella regione mediterranea e che appaiono più esposte a condizioni di stress e cioè le faggete della Sicilia ed i boschi planiziali di quercie caducifoglie del Lazio.

LE FAGGETE DELLA SICILIA

In questa Regione il faggio è diffuso su un'area piuttosto ristretta che presenta particolari condizioni ecologiche. La superficie complessiva delle faggete pari a circa 16000 ha, comprende tre nuclei principali situati prevalentemente sui Monti Nebrodi per circa il 75%, sulle Madonie per il 16% ed in minor misura pari al 7%, sull'Etna. I limiti superiori sono compresi tra 1874 m di Mt Soro (Nebrodi), 1794 m di Mt.Cervi (Madonie) e 2000 - 2300 m dell'Etna, mentre quelli inferiori oscillano tra 1000 - 1400 m, corrispondenti all'isoterma annua di 11,5° C, sui Nebrodi e di 9,5° C sulle Madonie e sull'Etna. Le precipitazioni medie annue sono piuttosto abbondanti sui Nebrodi, con punte di 1400 mm che non scendono mai al di sotto di 600 mm, con una distribuzione stagionale che assume particolare rilevanza per l'approvvigionamento idrico del suolo; inoltre, l'areale del faggio si estende su un territorio coperto dalla neve per almeno due mesi, da gennaio a febbraio.

Il carattere ecologico più costante è rappresentato dall'elevato stato igrometrico dell'aria, poiché i venti che provengono dal mare carichi di umidità, risalendo le vallate, subiscono il raffreddamento che determina la frequente formazione di nebbie. Questo fenomeno è più intenso nel periodo da marzo a maggio, ma si verifica anche in quello estivo, mentre è più raro da settembre ad ottobre, quando si alterna alle giornate piovose. La nebbia riesce a scavalcare i crinali esposti a Nord ed il faggio discende sui versanti meridionali fino alle quote in cui si disperde a causa dei venti caldi. Le condensazioni dell'umidità atmosferica sono così elevate durante i mesi di maggio e di giugno da far gocciolare l'acqua dalle foglie e dai rami e l'improvviso raffreddamento dell'aria provoca rovesci a carattere temporalesco sull'area interessata dalle faggete (Hofmann, 1960).

In sintesi, il faggio trae profitto, nella fascia altitudinale che gli è propria, soprattutto da fattori climatici secondari e da condizioni pedologiche simili a quelle dell'ambiente subatlantico che gli consentono di superare la forte evapotraspirazione ed i periodi di siccità estiva. In Sicilia, come nel resto del suo areale, esistono due zone: quella corrispondente alle condizioni favorevoli, dove è presente in formazioni quasi pure e quella marginale, dove i fattori climatici avversi agiscono con diversa intensità al variare dell'andamento stagionale. In quest'area, il faggio si suddivide in piccoli gruppi, dispersi nelle stazioni più fresche ma, al di là di un certo limite, la faggeta scompare e si riduce a poche piante isolate, dove si verifica il cambiamento tra il clima umido e quello tendenzialmente secco. L'aumento della temperatura dell'aria, previsto dai modelli climatici, rischia di alterare nei prossimi anni lo stretto rapporto di compensazione tra altitudine e latitudine che regola la presenza del faggio (Lausi e Pignatti 1973), ma ai fini della conservazione delle faggete della Sicilia può anche dare luogo all'intensificazione ed alla permanenza delle nebbie, in seguito al riscaldamento della superficie del mare.

In una ricerca comparativa effettuata nel 2003, durante il lungo periodo di siccità che ha colpito l'Europa, sono state esaminate alcune popolazioni di faggio lungo un transect comprendente la Germania centro-settentrionale e la Francia meridionale, allo scopo di rilevare eventuali cambiamenti nei parametri fondamentali quali il bilancio dell'azoto e dei composti proteici non solubili presenti

nella linfa dello xilema, ma questi indicatori non hanno manifestato particolari sintomi di stress. Ciò fa supporre che il faggio disponga di meccanismi di regolazione che assicurino un adeguato equilibrio fisiologico anche in condizioni di prolungata carenza idrica. (Nahm *et al.*, 2007). Gli andamenti climatici che sono stati registrati finora sono piuttosto contenuti ed il periodo di transizione verso l'adattamento dei soprassuoli forestali dovrebbe consentire alcuni interventi al fine di assicurare la rinnovazione delle faggete.

Per le fustaie, appaiono particolarmente idonei il taglio successivo a gruppi e il taglio a piccole buche che consentono di mantenere un adeguato microclima interno della faggeta, conservando la copertura delle chiome e di regolare l'intensità della luce per assicurare l'affermazione e lo sviluppo dei semenzali.

Nelle fustaie con provvigione ridotta, un diradamento dal basso può avere lo stesso effetto positivo del taglio di semmentazione. Il governo a ceduo semplice o matricinato comporta l'elevato riscaldamento del suolo e l'aumento delle escursioni termiche con il ripetersi degli interventi e quindi l'insorgere di fenomeni di degrado. Per evitare che il clima mediterraneo prenda il sopravvento, questa forma di trattamento non appare idonea per fronteggiare i cambiamenti climatici. L'avviamento al ceduo composto può risultare positivo, a condizione che il turno venga allungato e che le riserve siano formate da gruppi di piante di alto fusto o da piccoli boschetti di diversa graduazione di età, multiple del turno. Nelle aree montane colpite da maggior degrado, sarà necessario intraprendere gli interventi di ricostituzione facendo ricorso a specie xerotolleranti come il Pino laricio, associato nelle situazioni pedologiche favorevoli, con l'acero montano, rispettando i gruppi di faggio esistenti, anche se ridotti a cespuglio.

Nel rinfoltimento delle radure, dopo un'adeguata preparazione del suolo, soprattutto per contenere la concorrenza dei rovi, possono venire impiegati l'*Abies nebrodensis*, le provenienze di *Abies alba* e di *Abies cephalonica* selezionate nell'area del Mediterraneo, il Pino laricio ed il Pino nero, specie con cui il faggio non ha difficoltà a consociarsi.

Gli interventi di adattamento devono venire seguiti con particolare attenzione, poiché nell'area del faggio si stanno manifestando fenomeni di declino provocati da numerosi agenti patogeni che attaccano gli apparati radicali e anche le chiome. I risultati delle ricerche europee sulla resistenza di varie provenienze alle avversità, promosse dalla IUFRO, rappresentano il punto di riferimento fondamentale per la valutazione della strategia di mantenimento, che dovrà venire periodicamente monitorata.

I BOSCHI DI QUERCE CADUCIFOGIE DEL LAZIO

Nel Lazio, i cambiamenti ambientali che sono stati determinati dall'estensione delle colture agrarie e dal pascolo hanno suddiviso l'ampia superficie occupata dalle fustaie di querce, circa 10000 ha, in aree più o meno ampie, che sono esposte al degrado, a causa della prolungata antropizzazione del territorio, soprattutto nelle zone costiere e pianiziali ed agli incendi. Da alcuni decenni si stanno manifestando fenomeni di sofferenza che si ripetono con maggiore frequenza nelle formazioni pianiziali lungo le coste e che riguardano in prevalenza *Quercus robur* o farnia, ormai

presente in due nuclei principali, nelle aree protette del Circeo e di Castelporziano.

Il declino delle querce caducifoglie è stato però segnalato da tempo in tutta la vasta area di distribuzione della farnia e della rovere che si estende dalla Sicilia alla Scozia, dalla Francia alla Germania, dalla Polonia alla Russia fino alle steppe del Volga e alle colline del Mar Caspio, ma ha assunto proporzioni preoccupanti soltanto in questi ultimi decenni. Le cause possono essere molteplici e sono di difficile interpretazione, poiché la diversità climatica e pedologica su una superficie così vasta è enorme.

Per quanto riguarda l'Europa centro-settentrionale, il declino è stato attribuito ripetutamente agli attacchi degli insetti, agli agenti patogeni ed alle condizioni climatiche estreme. In Gran Bretagna, secondo la Forestry Commission il degrado delle chiome si è manifestato per la prima volta nel 1920, in seguito alla diffusione di un defogliatore, la *Tortrix viridana* e di un fungo *Erysiphe alphitoides*; il deperimento delle querce si è ripresentato con evidenza tra il 1989 ed il 1994, quando le querce hanno sofferto per un lungo periodo di siccità, seguito dagli attacchi di un Buprestide, *Agilus pannonicus* e poi dopo una fase di pausa, dal 1997 fino ai nostri giorni, il disseccamento si sta manifestando con maggiore frequenza. In Francia ed in Germania, i danni sono stati attribuiti agli inverni eccezionalmente freddi del 1970 e del 1980. Quanta parte abbia influito l'andamento climatico sulla diminuzione della capacità di resistenza delle querce caducifoglie alle avversità è un interrogativo ancora privo di risposta, poiché si tratta di specie dotate di una notevole plasticità ed adattabilità. Infatti, i risultati di un recente studio del DNA cloroplastico condotto a livello europeo su oltre 200 popolazioni di querce, mediante l'impegno degli enzimi di restrizione, indicano la presenza di 12 aplotipi nelle varie specie. Tra questi, uno (E) domina nelle provenienze ad Est dei Carpazi, mentre ad Ovest sono dominanti gli aplotipi originati nei Balcani ed in Italia, in particolare nelle regioni meridionali ed insulari. (Bordacs *et al.*, 2002).

La diffusione delle querce che ha interessato la penisola italiana sembra aver seguito un modello di migrazione da sud verso nord ed in misura minore, dai Balcani verso ovest, mentre non risulta che sia avvenuta una migrazione dalla penisola iberica verso est (Fineschi e Vendramin, 2004). L'elevata capacità di incrocio tra le varie specie ha probabilmente consentito alla farnia ed alla rovere la formazione di razze locali dotate di una indispensabile flessibilità fenologica. Il previsto aumento della temperatura atmosferica potrà risultare una concausa aggravante dei fenomeni di degrado in atto, ma soprattutto determinerà la riduzione dell'area di diffusione delle querce caducifoglie, ostacolando la loro rinnovazione naturale.

L'interruzione della copertura arborea in seguito ai disseccamenti delle chiome, altera il microclima che rende possibile l'affermazione delle plantule dopo la germinazione e lo sviluppo dei semenzali è esposto alla concorrenza della vegetazione infestante, costituita dalle specie della macchia mediterranea. Le foglie cotiledonari delle querce caducifoglie si formano a differenza di altre specie, come ad esempio gli aceri, al di sopra della superficie del suolo e sono molto sensibili alle variazioni di temperatura e di umidità mentre le fallanze interessano anche i semenzali di 2-3 anni. La difficoltà della rinnovazione naturale in questi

ultimi decenni è diventata sempre più evidente nei querceti di farnia anche a causa delle modifiche della falda freatica provocate dalle attività agricole e dagli insediamenti edilizi lungo le coste laziali. Un'accurata ricerca condotta durante due anni nella Tenuta di Castelporziano (Roma), ha posto in evidenza che il contenuto di umidità del profilo superficiale del suolo (0-20 cm), corrispondente al piano esplorato dagli apparati radicali delle plantule, è risultato di appena il 2% nelle giornate più siccitose nel 1995 e compreso tra il 2 ed il 5% per 7 settimane, da maggio a settembre, nel 1996 (Macuz *et al.*, 2001). Lo stato fisiologico dei semenzali, parametro utile per valutare l'affermazione della rinnovazione, è stato determinato mediante il confronto tra potenziale idrico di base, che esprime le condizioni vegetative regolate dalla disponibilità idrica e la conduttanza stomatica, quale indice dell'attività fotosintetica e quindi dell'accrescimento. Nell'area di studio, il valore del potenziale idrico minimo è risultato a volte anche inferiore a -7 MPa, a dimostrazione delle condizioni estremamente difficili per l'approvvigionamento idrico dei semenzali e per la loro sopravvivenza. La strategia per la conservazione dei soprassuoli esistenti richiede un'attenta valutazione delle diverse stazioni soprattutto nei riguardi della densità delle chiome, delle caratteristiche del suolo, dell'approvvigionamento idrico, della concorrenza delle specie del piano dominato.

Il ricorso alla rinnovazione artificiale potrà dare risultati soddisfacenti soltanto nelle aree in cui la struttura dei soprassuoli non presenti segni di degrado, mentre nelle situazioni più difficili si dovrà dare la preferenza all'affermazione di altre specie più resistenti alla siccità ed in particolare del leccio, per mantenere la caratteristica presenza delle querce nel paesaggio e di contenere l'invasione della macchia mediterranea. Nel primo caso, il ricorso alla rinnovazione artificiale è giustificato per ridurre le perdite molto elevate che si verificano durante il periodo estivo tra i semenzali di origine naturale e che agli inizi dell'autunno risultano praticamente scomparsi. Tuttavia, la rinnovazione artificiale non è priva di difficoltà, poiché richiede la preparazione di adeguato materiale di propagazione, non sempre disponibile a causa dell'irregolarità degli anni in cui si verifica la produzione di ghiande sulle piante portasemi, presenti nelle aree in cui si opera. Nella farnia e nella rovere l'accrescimento iniziale è stentato fino al momento in cui il novellame supera m. 1-1,5 di altezza e può beneficiare degli sfollamenti. Nei nuovi impianti, nonostante l'impiego di materiale vigoroso, ben sviluppato e con un favorevole rapporto tra fusto e radici, devono venire adottate cure colturali intensive per facilitare la sopravvivenza e l'accrescimento longitudinale mediante il controllo della vegetazione erbacea ed arbustiva e le misure protettive contro i danni provocati dalla fauna selvatica.

CONCLUSIONI

In mancanza di indicazioni precise sul futuro del clima nel lungo periodo appare opportuno stabilire, fin da ora, le misure che possono venire adottate al fine di non dover affrontare drastici mutamenti nella composizione e nella struttura del patrimonio forestale del Paese. L'esame di due formazioni potenzialmente vulnerabili rappresentate dalle faggete della Sicilia e dai querceti planiziali del Lazio, indica che se la risposta ai cambiamenti climatici verrà

pianificata in anticipo, l'impatto ambientale potrà risultare meno sconvolgente. È evidente che per precauzione le strategie di adattamento devono essere graduali, dando la preferenza a quelle che sono note da tempo e sulle quali è in corso una vasta sperimentazione in Italia e dà anche a livello internazionale, come ad esempio, le ricerche sui diradamenti, sulle provenienze e sulle discendenze del faggio e delle querce, che riguardano ormai un elevato numero di soggetti e di condizioni ambientali differenti.

La pianificazione degli interventi adattativi per essere efficace richiede però l'approfondimento delle conoscenze sulla vulnerabilità, sulle implicazioni biologiche e fisiologiche, sulle caratteristiche dei genotipi che sono alla base della capacità di resilienza delle varie specie.

SUMMARY

VULNERABILITY OF FOREST ECOSYSTEMS TO CLIMATE CHANGE

Forest ecosystems cover about 30% of land surface and are responsible for one half of global land productivity. On the other hand, in the last 60-80 years, terrestrial ecosystem have been subjected to significant climate changes that, if the current trend will not be slowed down or reversed, will bring them to a different, warmer climate in a relatively short time frame. Hence, it is paramount importance the study of the response of forests to climate and global change.

In this framework, the continuous long-term monitoring of forest responses to environmental conditions can provide useful information on their adaptation to the present climate and its interannual variability, as well as on their functionality.

BIBLIOGRAFIA

- Aineva, 2006. *L'innevamento sulle Alpi dal 1920 ad oggi*. Dossier Aineva 30 maggio 2006.
- Bordacs S., Popescu F. *et al.*, 2002. *Chloroplast DNA variation in white oaks in northern Balkans and in the Carpathian basin*. Forest Ecology and Management, 156, 1-3, 197-209.
- Brown L., 2007. *Piano B 3.0. Mobilitarsi per salvare la civiltà*. Edizioni Ambiente, Milano.
- Brunetti M., Maugeri M., Monti F. and Nanni T., 2006. *Temperature and precipitation variability in Italy in the last two centuries from homogenised instrumental time series*. International Journal of Climatology, 26: 345-381.
- Cannarozzo M. *et al.*, 2006. IDRA.
- Fineschi S., Vendramin G.G., 2008. *Diversità cloroplastica delle querce italiane: evidenze di una maggiore ricchezza genetica nelle popolazioni meridionali ed insulari*. Linea Ecologica, 1, 14-17.
- Gessler A., Keitel C. *et al.*, 2007. *Potential risks for European beech (Fagus sylvatica L.) in a changing climate*. Trees: Structure and Function, 21.
- Hofmann A., 1960. *Il faggio in Sicilia*. Flora et Vegetatio Italica: Monografie sulla flora e sulla vegetazione d'Italia. Memoria n. 2.

- Lausi, D., Pignatti, S. 1973. *Die Phänologie der europäischen Buchenwälder auf pflanzensoziologischer Grundlagen*. Phytocoenologia 1(1): 1-63.
- Macuz A. et al., 2001. *Rinnovazione naturale dei querceti caducifogli di Castelporziano in rapporto ai parametri strutturali e microclimatici. Il sistema ambientale della Tenta Presidenziale di Castelporziano*. II, 789-812. Atti Accademia Nazionale delle Scienze, Roma.
- Nahm M. et al., 2007. *Seasonal courses of key parameters of nitrogen, carbon and water balance in four different study sites along a European North-South gradient during the 2003 drought*. Trees: Structure and Function, 21: 79-98.
- Thomas F.M., Blank R., Hartmann G., 2002. *Abiotic and biotic factors and their interactions as causes of oaks decline in Central Europe*. Forest Pathology, 32: 277-307.

FORESTE, SELVICOLTURA E ASSORBIMENTO DI CARBONIO

(*) *Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Roma*

(**) *Dipartimento di Scienze dell'Ambiente Forestale e delle sue Risorse, Università della Tuscia, Viterbo*

Negli ultimi 50 anni gli uomini hanno cambiato gli ecosistemi più rapidamente ed in modo più intenso di qualunque altro periodo della storia umana. Ciò ha determinato una perdita sostanziale ed irreversibile di molte funzioni degli ecosistemi del nostro Pianeta. Più terra è stata convertita in agricoltura dal 1945 di quanto non sia avvenuto nel XVIII e XIX secolo. Le risorse idriche sono oggi sotto pressione. Dal 1960 si è quadruplicata la raccolta dell'acqua nei bacini idrici e se ne è raddoppiato il consumo. All'eccessivo ed insostenibile sfruttamento delle risorse si accompagna la vulnerabilità del sistema climatico che è oggi il tema più attuale ed importante delle politiche ambientali. La concentrazione di anidride carbonica aumenta in modo inesorabile ormai da più di un secolo, passando dai 280 ppm dell'era pre-industriale ai 365 ppm di oggi, raggiungendo il valore più alto degli ultimi 450.000 anni. Un analogo ritmo di crescita si registra anche per il metano (CH₄) ed il protossido di azoto (N₂O). L'insieme determina la miscela esplosiva che noi tutti chiamiamo "gas serra" che ha l'effetto di produrre un'alterazione del bilancio energetico del Pianeta, da noi spesso chiamato "effetto serra", ovvero il riscaldamento globale. Ci sono oggi molte osservazioni che sembrano indicare che il cambiamento climatico è già in atto, si tratta ovviamente di segnali, ma la loro frequenza ed intensità puntano decisamente a prendere in seria considerazione la vulnerabilità del Clima. La relazione prende in esame lo stato attuale dei rapporti tra ecosistemi terrestri ed atmosfera e vengono inoltre discussi alcuni processi che determinano la vulnerabilità degli ecosistemi terrestri ai cambiamenti. Inoltre la relazione prende in considerazione le possibilità di mitigazione e quindi di sequestro di carbonio da parte del sistema agricolo-forestale e la situazione italiana nell'ambito del Protocollo di Kyoto.

I recenti dati sulle emissioni di gas ad effetto serra (GHG) mostrano come negli ultimi 5 anni le emissioni siano aumentate oltre gli scenari previsti dall'IPCC. Tipicamente la crescita di CO₂ è stata del 1,6-2,2% all'anno nel periodo antecedente l'anno 2000, mentre oggi è di circa il 3,3%. Ben consapevoli che una corretta valutazione va fatta su un orizzonte temporale ben più ampio non possiamo non rilevare la conferma di una tale tendenza. Tendenza che, se da una parte non trova riscontro nell'intensità di carbonio dell'economia, che risulta diminuita a partire dal 1960, denotando quindi un percorso verso la decarbonizzazione dell'economia globale, dall'altra parte si rileva il raggiungimento di un equilibrio di tale intensità che evidenzia, almeno in teoria, una sempre più marcata difficoltà nell'aumentare l'efficienza di produzione diminuendo al contempo le emissioni di gas serra. Ruolo chiave quello della Cina che, ad oggi, ha superato gli Stati Uniti d'America nel totale delle emissioni annue di anidride carbonica, anticipando quanto accadrà tra qualche anno quando l'insieme dei Paesi in Via di Sviluppo registrerà un livello di emissioni annue superiore a quello dei paesi industrializzati (area OCSE). Gli scenari energetici evidenziano come da qui al 2030 sarà molto difficile modificare tali tendenze a causa del sempre dominante ruolo dei combustibili fossili ed è ormai assodato che per limitare un aumento di temperatura globale al livello di 2° C, sarà necessario ragionare su un livello di riduzione delle emissioni dell'ordine delle 3200 giga-tonnellate (Gt). Tutto ciò a parità del contributo attuale di assorbimento da parte degli ecosistemi agro-forestali e degli oceani che, secondo alcune teorie, soprattutto per gli ecosistemi terrestri, potrebbe rallentare in futuro. Il ruolo e l'importanza degli ecosistemi terrestri, in particolare la loro gestione sostenibile, non devono, ovviamente, essere valutati soltanto in termini di po-

tenziale assorbimento di gas serra, ma soprattutto come valore aggiunto alla lotta al degrado del territorio, lotta alla desertificazione, mitigazione ed adattamento ai cambiamenti climatici. Dal punto di vista meramente economico, è fondamentale iniziare a considerare i costi evitati dovuti ad una corretta gestione degli ecosistemi terrestri, in particolare quelli forestali.

L'Unione Europea, come è ben noto, si è posta l'obiettivo di raggiungere ambiziosi risultati in termini di sostenibilità ambientale ed energetica entro il 2020 e un ruolo importante è svolto proprio dal settore agro-forestale, soprattutto nel nostro paese. Ciò in considerazione della doppia valenza del settore. Se da una parte le attività agro-forestali possono contribuire alla produzione di fonti energetiche rinnovabili e, quindi, alla positiva sostituzione di combustibili fossili, dall'altra sottraggono e fissano la CO₂ atmosferica nella biomassa vegetale e nei suoli. Entrambe le azioni giocano un ruolo di tutto rispetto nel raggiungimento degli obiettivi generali di riduzione delle emissioni di gas serra fissati dal Protocollo di Kyoto. Il settore agro-forestale ha infatti un ruolo ben definito nel quadro delle attività previste dalla Convenzione ONU sui cambiamenti climatici (UNFCCC) e relativo Protocollo di Kyoto e, sulla base delle regole e modalità adottate da quest'ultimo, i paesi industrializzati possono utilizzare il carbonio assorbito nelle attività agro-forestali per il raggiungimento del proprio impegno di riduzione delle emissioni di gas serra. Le regole e modalità adottate nell'ambito del Protocollo di Kyoto risultano diversificate a seconda dell'attività considerata a livello nazionale (afforestazione, riforestazione, deforestazione, gestione forestale, gestione delle superfici agricole, gestione dei prati e pascoli, rivegetazione) e con procedure atte a tener conto dei possibili impatti negativi che ne potrebbero derivare. Per quanto riguarda il pro-

gramma italiano per le attività agro-forestali nell'ambito del Protocollo di Kyoto, la Delibera CIPE n.123/2002 ha approvato il Piano nazionale di riduzione delle emissioni di gas serra, documento di riferimento per l'attuazione del Protocollo di Kyoto nel nostro Paese. All'interno di tale Piano, particolare attenzione è rivolta al settore agro-forestale e al suo potenziale contributo per il raggiungimento dell'obiettivo nazionale di riduzione di gas serra. La revisione in corso di tale Delibera, resasi necessaria dopo 5 anni dalla sua approvazione, presenta e conferma uno scenario potenzialmente molto positivo al 2012 per il settore forestale che risulterebbe contribuire per almeno il 15% all'obiettivo nazionale di riduzione delle emissioni di gas serra. In termini quantitativi, le attività del settore hanno un potenziale annuo di assorbimento stimato in 16,2 MtCO₂. Oltre il 60% di tale potenziale di assorbimento deriva dalla gestione forestale, cioè dal patrimonio forestale esistente nel nostro Paese. Il resto del potenziale si divide quasi equamente tra le attività di nuova forestazione e di ricolonizzazione indotta da parte della foresta di ex-coltivi e pascoli, impropriamente definita come riforestazione naturale. Per quanto riguarda le attività del settore agricolo (gestione delle superfici agricole), così come le altre attività non obbligatorie nell'ambito del Protocollo di Kyoto (gestione dei prati e pascoli, rivegetazione), a causa delle incertezze relative alla loro valutazione nel nostro Paese sulla base delle modalità richieste dal Protocollo di Kyoto, è stata riconosciuta l'opportunità di non elegerle e di concentrarsi invece sulle attività obbligatorie (afforestazione, riforestazione, deforestazione) e, tra quelle non obbligatorie, sulla gestione forestale. Per il settore agricolo in particolare, il mancato inserimento della gestione delle superfici agricole come attività eligibile all'interno della contabilità nazionale per il Protocollo di Kyoto non riduce la sua strategica importanza per il raggiungimento degli obiettivi del Protocollo. Migliori pratiche agricole con minori consumi energetici (agricoltura biologica, biodinamica, ecc.) possono infatti contribuire direttamente e alla fonte alla riduzione delle emissioni di gas serra. Il potenziale di assorbimento totale sopra ricordato si tradurrà in corrispondenti crediti di carbonio attraverso la certificazione degli assorbimenti avvenuti nei serbatoi di carbonio delle diverse attività forestali. I serbatoi eligibili per il calcolo degli assorbimenti sono la biomassa epigea, la biomassa ipogea, la lettiera, la necromassa e il carbonio nei suoli. La certificazione, che dovrà essere conforme alle Linee Guida per le attività agro-forestali approvate dal Panel Intergovernativo sui Cambiamenti Climatici (IPCC, GPG-LULUCF 2003), è la principale attività che dovrà essere svolta dal Registro nazionale dei serbatoi di carbonio forestali. Fonte preziosa di informazioni per l'esercizio delle funzioni del Registro è rappresentata dall'Inventario Nazionale delle Foreste e del Carbonio (INFC), che, con la sua Terza Fase+ in corso di finalizzazione, fornirà le principali basi di dati affinché il Registro possa operare a livello nazionale. In termini monetari, il corrispondente valore dei crediti potenzialmente derivanti dall'insieme delle attività forestali incluse nel Protocollo di Kyoto è stimato per il nostro Paese in oltre 1,2 miliardi di euro nel quinquennio 2008-2012. Ovviamente, se non riuscissimo ad attuare quanto previsto dalla Delibera CIPE 123/2002 tale valore si tramuterà in un costo per il nostro Paese dovuto al fatto che saremo costretti a

ricorrere all'acquisto sul mercato di crediti di pari ammontare. Purtroppo, ad oggi, per quanto riguarda il settore forestale nell'ambito del Protocollo di Kyoto, al di là del pubblico riconoscimento non si è andati poiché non solo quanto approvato dalla Delibera CIPE è stato finora completamente o quasi disatteso, ma anche quanto inserito nella Legge 120/2002 (ratifica del Protocollo di Kyoto da parte dell'Italia) e successivo Decreto Ministeriale del 2/2/2005 in merito alle prime risorse economiche stanziare per la realizzazione di progetti pilota è rimasto del tutto inapplicato. La grossa preoccupazione risiede nel fatto che a fronte della non applicazione di quanto richiesto dalle disposizioni normative sembra non siano ben chiare le conseguenze, soprattutto economiche, che il nostro Paese dovrà affrontare allorquando sarà ufficiale il non raggiungimento degli obiettivi fissati dal Protocollo di Kyoto. Ci si augura che i ritardi accumulati possano essere annullati con precise indicazioni e adeguate risorse economiche da inserire nella Legge Finanziaria 2008.

Le attività agro-forestali hanno un ruolo nella mitigazione ed adattamento ai cambiamenti climatici in atto non solo attraverso la loro funzione di "assorbitori" e "fissatori" della CO₂ atmosferica nella biomassa vegetale, ma anche e soprattutto per il ruolo che possono svolgere nella sostituzione dei combustibili fossili con le biomasse legnose nelle sue diverse forme (biomasse solide, quali principalmente legna da ardere, cippato e pellet; biocombustibili, quali principalmente biodiesel e bioetanolo). In linea di principio, l'impiego energetico delle biomasse non determina un aumento della concentrazione di CO₂ in atmosfera, dal momento che durante lo sfruttamento dei substrati di origine vegetale viene prodotta una quantità di CO₂ pari a quella assorbita dalla vegetazione durante la crescita (bilancio "zero emissioni"). In pratica, però, richiedendo lo sfruttamento delle biomasse energia fossile per le operazioni colturali, la raccolta, il trasporto e la tecnologia impiegata, il bilancio delle emissioni non è mai pari a zero sebbene comunque ugualmente a favore delle biomasse, in termini di risparmio di carbonio per l'atmosfera, rispetto all'impiego delle fonti tradizionali. Le biomasse, comunque, visto che a differenza di altre fonti rinnovabili come il sole, il vento e la geotermia devono essere prodotte prima di essere impiegate, necessitano di operazioni consapevoli di pianificazione per il loro sfruttamento, in grado di assicurarne i benefici e contenerne i costi economici ed ambientali. Tra le fonti energetiche rinnovabili, di fatto le politiche nazionali attribuiscono alle biomasse le maggiori potenzialità di sviluppo quantitativo. Per quanto riguarda nello specifico l'utilizzo del legno come fonte di energia si rileva che non tutte le tipologie di scarti/residui legnosi (legno vergine, residui di legno vergine, scarti di legno trattato, segatura, ecc.) vengono considerati come biomassa rinnovabile, limitandone quindi l'accesso agli incentivi, contribuendo a far mantenere una certa confusione tra ciò che si intende per biomassa e ciò che si intende invece per rifiuto. Tuttavia, negli ultimi 15-20 anni il consumo di biomasse per scopi energetici è costantemente aumentato e, in particolare, negli ultimi 3 anni si è registrato un incremento di oltre il 17% in tonnellate di petrolio equivalente. Se da una parte questo aumento nell'utilizzo delle biomasse è da tutti riconosciuto, i dati ufficiali sulle fonti di energia rinnovabile da biomassa (sia per la produzione elettrica che di

calore) risultano certamente sottostimati. Tenendo conto di ciò, gli obiettivi fissati dalle politiche a livello europeo e nazionale potrebbero risultare meno gravosi e, dall'altra parte, il potenziale stimato di ulteriore espansione potrebbe essere già incluso dai livelli di consumo ad oggi reali. Uno degli argomenti che dovrebbero essere considerati nell'ambito di una strategia nazionale condivisa attraverso anche il Piano Nazionale Forestale (PNF) è senz'altro quello dei biocombustibili/biocarburanti. Non ci soffermiamo qui sulle considerazioni relative ai deprecabili atti che provengono da alcune aree del Pianeta per i quali la produzione di biocombustibili (principalmente attraverso l'olio di palma) è responsabile del taglio indiscriminato delle foreste tropicali. Qui il nostro Paese, unitamente agli altri paesi dell'UE, dovrà assumere nei diversi tavoli negoziali un ruolo di leader al fine di contrastare l'importazione di materia prima prodotta in maniera non sostenibile per la produzione di biocombustibili. Le previsioni per il 2020 delineate nel *position paper* del Governo nel 2007 "*Energia: temi e sfide per l'Europa e l'Italia*" vedono un aumento delle potenzialità della biomassa, inclusi i biocarburanti, rispettivamente di 3 e 6 volte rispetto ai dati attuali nella produzione di elettricità e calore. La produzione di elettricità, proveniente da impianti che utilizzano colture agricole e residui agro-industriali, impianti che utilizzano gas di scarico di origine zootecnica e biogas in generale e, infine, impianti che utilizzano colture energetiche dedicate, passerebbe infatti dalle 3,65 TWh del 2005 alle 10,50 TWh del 2020. Allo stesso modo, la produzione di calore/freddo (biomassa per il settore civile, cogenerazione e teleriscaldamento), unitamente ai biocarburanti, passerebbe dai 2,18 Mtep del 2005 ai 13,51 Mtep del 2020. Sebbene non si rilevino ostacoli di ordine tecnico per la realizzazione di queste previsioni, rimangono ancora aperte alcune questioni critiche che frenano lo sviluppo della bioenergia nel nostro Paese. Tra le barriere che rallentano od ostacolano lo sviluppo delle biomasse o, più in generale delle bioenergie, nel nostro Paese due sono da ritenersi più importanti, anche secondo l'opinione delle associazioni di categoria. Innanzi tutto, l'incuria in cui viene tenuto il territorio agro-forestale nazionale, principale bacino di produzione di biomasse. La situazione del territorio italiano a vocazione forestale, così come per l'ennesima volta è stata messa in evidenza nella scorsa "infuocata" estate, è semplicemente straziante. Sarebbe sufficiente dare avvio alle azioni previste sin dal 2002 dal Piano nazionale di riduzione delle emissioni dei

gas serra per innescare un processo virtuoso che, in sinergia con il nuovo PNF, potrebbe affrontare e risolvere la maggior parte delle problematiche insite nello sviluppo delle bioenergie nel nostro Paese. Inoltre, un altro aspetto da non trascurare, è la mancata accettabilità sociale degli impianti che producono energia da fonte rinnovabile. Se da una parte è innegabile la presenza di fenomeni di speculazione sul nostro territorio, non possiamo non sottolineare il mancato ruolo negli ultimi anni delle amministrazioni pubbliche, in particolare quelle centrali, in quell'opera di informazione continua ai diversi livelli che rappresenta il presupposto fondamentale sul quale si costruisce una strategia nazionale di utilizzo delle fonti di energia rinnovabile. Una parte di questa lacuna informativa è stata lodevolmente coperta da alcune associazioni di categoria, come Itabia (Associazione Italiana Biomasse) e Aiel (Associazione italiana energie agroforestali) e da alcune associazioni ambientaliste quali ad esempio Legambiente. Un ruolo decisivo dovrà essere poi svolto dalle amministrazioni locali, le più vicine al cittadino, soprattutto nell'evidenziare i benefici positivi nella produzione ed utilizzo di bioenergie, ad esempio in termini di un miglior servizio energetico, coinvolgere direttamente i cittadini nelle decisioni e, anche, dargli la possibilità di partecipare con delle quote alle azioni delle società energetiche che si costituiscono sul territorio.

In conclusione, una pianificazione integrata di settore insieme ad un programma di incentivazione stabile di medio-lungo periodo rappresentano gli elementi di base per innescare un meccanismo virtuoso che dalla tutela e corretta gestione delle aree agro-forestali del nostro Paese si arrivi alla pianificazione e gestione delle cosiddette "filieri corte integrate" delle biomasse. Con questa impostazione il consenso sociale a livello locale sarebbe assicurato così come verrebbero superate le attuali difficoltà di collegamento tra la produzione, la raccolta e l'uso delle biomasse di varia origine. E non abbiamo bisogno di andare all'estero per capire come si implementano tali azioni; alcune *best practices* quali alcuni "distretti del calore" nel nord-ovest d'Italia, alcune filiere integrate sul pellet per usi domestici e alcune interessanti realtà nel settore del biogas già esistono nel nostro Paese. Dalla loro esperienza e da un approccio organico, integrato e "di sistema" a livello nazionale anche l'Italia, sebbene difficilmente potrà raggiungere gli obiettivi fissati al 2010, potrà con uno scenario al 2020 guardare con maggior fiducia al futuro.

SELVICOLTURA E CAMBIAMENTI CLIMATICI

(*) Dipartimento di Colture Arboree, Università di Bologna

(**) Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto per i Sistemi Agricoli e Forestali del Mediterraneo, CNR-ISAFOM, Rende, Cosenza

Sebbene il ciclo di vita naturale dei boschi sia sempre caratterizzato da una notevole variabilità climatica ed ambientale, il cambiamento climatico e globale in corso influenzerà in modo nuovo e non facilmente prevedibile la dinamica e l'accrescimento dei popolamenti forestali, a causa non solo dell'aumento di temperature e richieste evapotraspirative, ma anche della maggiore frequenza di eventi estremi, dell'irregolarità di precipitazione, dell'aumento di concentrazione atmosferica di CO₂, delle deposizioni azotate.

Numerose evidenze dimostrano come la produttività e le dinamiche di accrescimento dei boschi europei negli ultimi 40-50 anni siano state influenzate in senso positivo da aumento di CO₂, deposizioni azotate e variazioni climatiche. In ambiente mediterraneo, al contrario, le variazioni climatiche in atto sembrerebbero avere influito in senso negativo sulla produttività forestale, in particolare al limite meridionale dell'areale delle specie.

Partendo da dati sperimentali e risultati di simulazioni modellistiche si cercherà pertanto di indicare quali opzioni selvicolturali possano essere più idonee a favorire l'adattamento degli ecosistemi forestali ai cambiamenti globali, ed a stimolare la loro capacità di mitigare i cambiamenti climatici stessi. Viene in particolare sottolineata l'importanza della conservazione della sostanza organica, per una gestione selvicolturale realmente sostenibile e di lungo termine.

La composizione, produttività e vulnerabilità degli ecosistemi forestali sono stati modificati nel corso degli ultimi decenni dal cambiamento climatico e globale, nelle loro diverse componenti, e tali modificazioni sono destinate ad accentuarsi nel prossimo secolo. Il selvicoltore è chiamato oggi a riconoscere e prevedere le dinamiche in atto, per modificare dove necessario le pratiche colturali al fine di prevenire i rischi ed esaltare i benefici della gestione selvicolturale per la mitigazione del cambiamento climatico.

I diversi meccanismi di azione del cambiamento globale sulle foreste verranno brevemente analizzati, evidenziando i potenziali effetti, tanto positivi quanto negativi, sulle foreste. La fissazione di carbonio da parte delle foreste può contribuire in maniera significativa alla riduzione della concentrazione atmosferica di CO₂, mitigando in tal modo il temuto aumento della temperatura globale e le conseguenti modificazioni del clima globale (Nabuurs *et al.*, 2007). La combinazione di questi meccanismi incrociati può dare origine a cicli di retroazione negativa, dall'effetto stabilizzante sul clima globale, o al contrario ad un *feedback* positivo, che aumenterebbe ulteriormente le modificazioni climatiche globali (Fig. 1). La selvicoltura sostenibile, stimolando la capacità di fissazione di C da parte delle foreste, può esaltare il loro contributo alla stabilizzazione del clima; al contrario pratiche selvicolturali non sostenibili potrebbero deprimere tale contributo, riducendo al contempo la stabilità degli ecosistemi forestali. Una corretta comprensione dei meccanismi coinvolti costituisce pertanto una importante sfida per le scienze forestali nel nuovo millennio.

LE DINAMICHE IN ATTO

Sebbene il ciclo di vita naturale dei boschi sia sempre caratterizzato da una notevole variabilità climatica ed ambientale, le tendenze in atto e previste influenzeranno in

modo nuovo e non facilmente prevedibile la dinamica e l'accrescimento dei popolamenti forestali, a causa non solo dell'aumento di temperature e richieste evapotraspirative, ma anche della maggiore frequenza di eventi estremi, dell'irregolarità di precipitazione, dell'aumento di concentrazione atmosferica di CO₂, delle deposizioni azotate.

Studi manipolativi a livello di intero ecosistema, in cui l'intero bosco è stato esposto per anni a livelli di CO₂ ben superiori a quelli attuali (FACE, *free air carbon enrichment*) hanno dimostrato l'effetto di stimolo dell'alta CO₂ su crescita e fissazione di C da parte del bosco, anche se tale effetto benefico è risultato in genere inferiore alle iniziali aspettative (Ainsworth *et al.*, 2005). Studi a scala globale hanno inoltre suggerito un effetto benefico dell'aumento della temperatura globale sulla crescita delle foreste, portando ad un aumento della densità forestale soprattutto alle alte latitudini (Myneni *et al.*, 2001). In ambiente mediterraneo, al contrario, le aumentate temperature e la conseguente maggiore richiesta evapotraspirativa sembrerebbero avere influito in senso negativo sulla produttività forestale, in particolare al limite meridionale dell'areale delle specie (Peñuelas *et al.*, 2008; Piovesan *et al.*, 2008). Facendo riferimento alle foreste italiane, quindi, è ragionevole attendersi effetti contrastanti dell'aumento di CO₂ e del cambiamento climatico a seconda della fascia altitudinale e della latitudine, come predetto da dettagliati modelli dell'ecosistema (Fig. 2). Anche in aree temperate e boreali, inoltre, annate particolarmente calde possono vanificare gli effetti benefici dell'aumento della temperatura (Ciais *et al.*, 2005), aumentando fra l'altro il rischio di incendi (Westerling *et al.*, 2006).

Al di là degli effetti sulla crescita, inoltre, non bisogna dimenticare i possibili effetti di un mutato regime climatico sui processi di fruttificazione e disseminazione (Poncet *et al.*, 2009) ed i rischi indotti da gelate tardive o precoci.

Adottando una prospettiva ecosistemica, infine, è importante sottolineare come delle più miti temperature possano beneficiare anche insetti e patogeni, aumentando la frequenza e l'intensità dei danni al bosco (Kurz *et al.*, 2008).

Produttività forestale e biodiversità potrebbero infine essere modificate sensibilmente da un'altra importante componente del cambiamento globale in atto, legata alle deposizioni sugli ecosistemi forestali di azoto reattivo, un sotto-prodotto dell'agricoltura intensiva e dell'uso di combustibili fossili. Recenti studi hanno infatti mostrato una stretta correlazione fra deposizioni azotate e fissazione di C da parte del bosco (Magnani *et al.*, 2007).

Nel complesso, ci si attende pertanto che le modificazioni globali in atto portino ad un aumento della crescita del bosco, mettendo al contempo a rischio la perpetuità di alcune tipologie di ecosistemi, in particolare quelli mesofili, e causando una variazione nella distribuzione delle specie, con spostamenti di areali e fasce fitoclimatiche.

L'effetto complessivo di queste modificazioni ambientali sulla crescita del bosco sono già evidenti da una rianalisi dei dati degli inventari forestali europei: la produttività delle foreste del continente è infatti aumentata sensibilmente nel corso degli ultimi 50 anni (Ciais *et al.*, 2008); l'effetto, peraltro, appare molto più limitato nella regione mediterranea, a causa delle già ricordate limitazioni imposte dalla disponibilità idrica (Gold 2003).

GESTIONE SELVICOLTURALE E STABILITÀ DEGLI ECOSISTEMI FORESTALI

Proprio nelle regioni a clima mediterraneo la gestione selvicolturale potrebbe avere le ricadute più importanti, tanto sulla capacità del bosco di sottrarre C dall'atmosfera quanto nell'influenzare la sua resistenza alle modificazioni in atto e nel determinare il segno dell'effetto complessivo del cambiamento globale.

Ci si concentrerà qui su due importanti effetti della gestione selvicolturale: sulla conservazione della sostanza organica dei suoli e sulla regolazione della disponibilità idrica per le piante, con importanti implicazioni sul vigore delle piante e sulla loro resistenza ai disturbi biotici e abiotici.

Modulando la struttura delle età del bosco e l'apporto di sostanza organica al suolo la gestione forestale ha importanti effetti sulla capacità dell'ecosistema di sottrarre C dall'atmosfera e, al contempo, di immobilizzarlo nel suolo sotto forma di sostanza organica (Fig. 3; Jandl *et al.*, 2007). La regolazione del turno forestale ha importanti effetti sulla produttività primaria netta del bosco, e l'allungamento del turno forestale (o addirittura l'interruzione dei tagli) può portare ad una riduzione della sua capacità di fissare carbonio atmosferico. L'effetto è ancora più importante quando si consideri non la crescita ma la produttività netta dell'ecosistema (NEP, *net ecosystem production*), a causa del maggiore rilascio al suolo di sostanza organica sotto forma di biomassa legnosa non più prelevata dal selvicoltore, destinata a decomporsi e a fare in parte ritorno all'atmosfera. Al tempo stesso il maggiore apporto di carbonio e nutrienti comporta un progressivo accumulo della sostanza organica del suolo, con un conseguente lento aumento della fertilità stagionale (Pregitzer *et al.*,

2004). Queste ricadute di lungo termine sembrerebbero in effetti contrastare l'effetto diretto dell'età: recenti studi a scala globale hanno in effetti mostrato come le foreste vetuste, nonostante l'età avanzata delle piante, abbiano tassi di crescita e di fissazione di carbonio non sensibilmente inferiori a quelli osservati in boschi gestiti di più giovane età (Luyssaert *et al.*, 2008).

Le implicazioni della conservazione della sostanza organica del suolo sono ancora più importanti nel caso dei boschi mediterranei, a causa dei suoi effetti positivi sulla capacità di ritenzione idrica dei suoli: suoli ricchi di sostanza organica, infatti, sono caratterizzati tipicamente da una maggiore porosità (Yang *et al.*, 2007), e quindi da una maggiore capacità di trattenere l'acqua delle precipitazioni primaverili per permettere alle piante di superare l'aridità estiva.

Alla luce di quanto detto, la conservazione della sostanza organica del suolo attraverso corrette pratiche selvicolturali deve quindi considerarsi condizione indispensabile perché le foreste mediterranee possa avvantaggiarsi degli effetti benefici del cambiamento globale e non venirne al contrario danneggiate. Pratiche selvicolturali intensive possono infatti portare ad un progressivo depauperamento dei suoli (Zhang *et al.*, 2004). Tecniche di meccanizzazione forestale spinta potrebbero pure portare ad una compattazione dei suoli, con conseguente maggiore vulnerabilità all'aridità e agli effetti del cambiamento climatico (Williamson *et al.*, 2000).

Numerosi studi hanno dimostrato una riduzione della sostanza organica anche in seguito a pratiche generalmente accettate come pienamente sostenibili, quali i diradamenti (Slodicek *et al.*, 2005; Jandl *et al.*, 2007). L'effetto dei diradamenti in area mediterranea, d'altra parte, merita un'attenta considerazione. A fronte dell'impatto negativo sulla sostanza organica del suolo, infatti, non bisogna dimenticare come la regolazione della densità del bosco porti ad un aumento della disponibilità idrica per le piante rilasciate (Schiller *et al.*, 2003), con un conseguente aumento del loro vigore e quindi della capacità di far fronte all'aumentata richiesta evapo-traspirativa indotta dal cambiamento climatico.

CONCLUSIONI

Risulta evidente da quanto detto come la previsione dei possibili effetti sul bosco del cambiamento climatico (e del cambiamento globale nel suo complesso, di cui le modificazioni climatiche costituiscono solo un tassello, per quanto importante) e delle opzioni selvicolturali a nostra disposizione risulti particolarmente complessa e non permetta facili generalizzazioni. Il segno complessivo degli effetti futuri su crescita e stabilità del bosco potrà variare a seconda delle condizioni ambientali considerate. Di certo, la pianificazione dei trattamenti selvicolturali più idonei per ridurre gli effetti negativi (o per esaltarne gli effetti benefici) richiederà di adottare una prospettiva realmente olistica, che non si concentri solo sugli effetti di breve termine - certo più evidenti - ma riesca a prevedere anche l'impatto di lungo periodo dell'azione del selvicoltore su tutte le componenti dell'ecosistema.

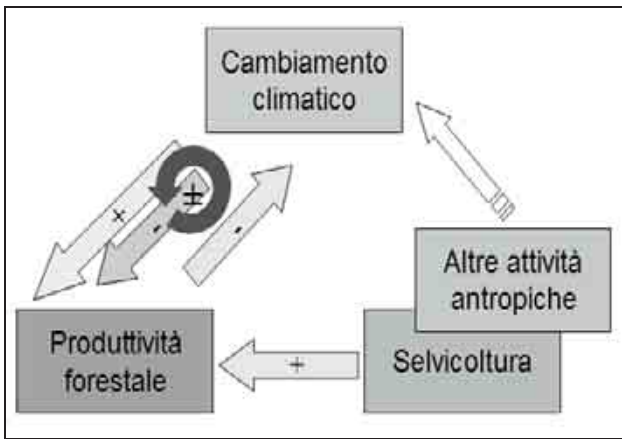


Figura 1. Diagramma di flusso delle mutue interrelazioni fra foresta, uomo e clima. A seconda che prevalgano gli effetti positivi o negativi del cambiamento climatico, l'interazione fra questo e le foreste potrà dar luogo ad un ciclo di retroazione negativo (stabilizzante) o positivo (destabilizzante). A differenza della maggior parte delle attività antropiche, la selvicoltura sostenibile, stimolando la produttività forestale, porterà in genere ad una mitigazione del cambiamento climatico.

Figure 1. Influence diagram of the relationship between forest, climate and man. Depending on whether the positive or negative effects of climate change will predominate, the interaction with forests will result in a negative (i.e. stabilizing) or positive (i.e. disruptive) feedback. In contrast with most anthropogenic activities, sustainable silvicultural practices are expected to result in the mitigation of climate change.

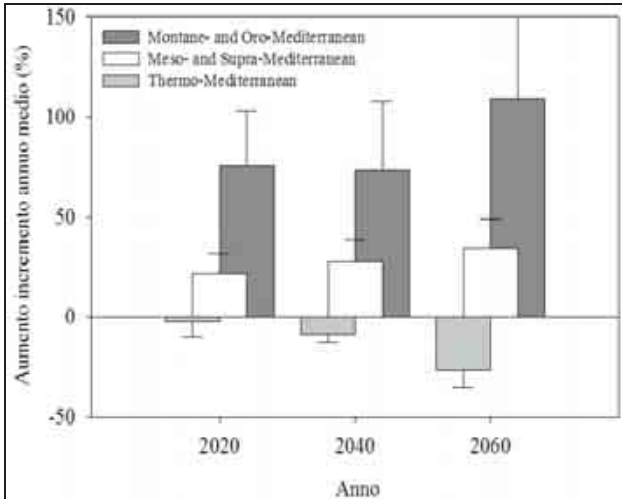


Figura 2. Impatto atteso del cambiamento climatico sulla produttività delle foreste italiane nel prossimo secolo, sulla base delle previsioni del modello di processo HYDRALL (Magnani *et al.*, 2002; 2004; Kramer *et al.*, 2002; Scarascia Mugnozza *et al.*, 2000). A causa dell'aumentato stress idrico, gli effetti attesi potrebbero essere negativi nella fascia termo-mediterranea.

Figure 2. Expected impact of climate change on the productivity of Italian forests over the century, based on predictions from the HYDRALL process model (Magnani *et al.*, 2002; 2004; Kramer *et al.*, 2002; Scarascia Mugnozza *et al.*, 2000). Because of the increasing water stress, a negative effect is expected in the thermo-Mediterranean region.

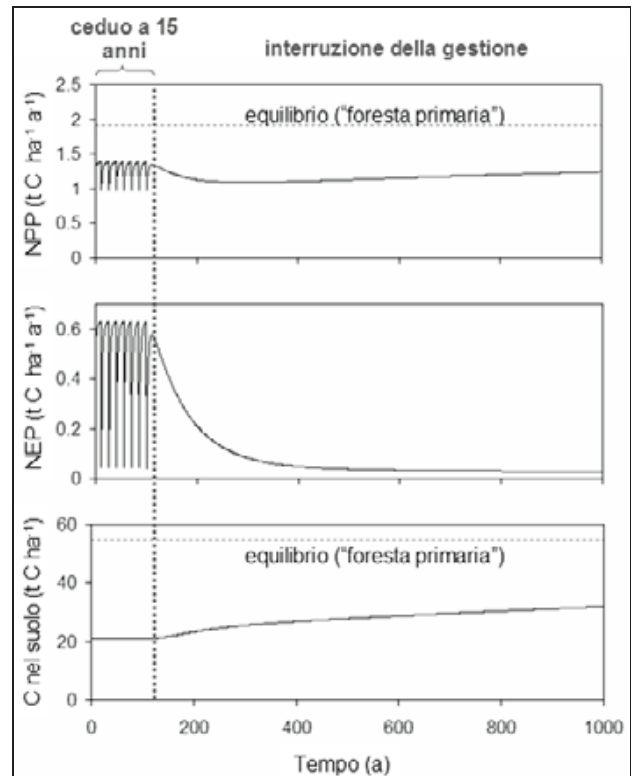


Figura 3. Effetti dell'interruzione del governo a ceduo e della gestione forestale, come predetti dal modello ecologico G'DAY (Comins *et al.*, 1993; Murty *et al.*, 2000; Dezi *et al.*, 2009). L'invecchiamento del bosco porterebbe ad un iniziale calo della produttività primaria netta (NPP), seguito da un lento aumento all'aumentare della fertilità stazionaria, legata all'accumulo del C e dei nutrienti nel suolo. La produttività netta dell'ecosistema (NEP) calerebbe invece, a causa dell'aumentato rilascio al suolo della biomassa legnosa non utilizzata.

Figure 3. Long-term effects of coppice abandonment, as predicted by the G'DAY biogeochemical model (Comins *et al.*, 1993; Murty *et al.*, 2000; Dezi *et al.*, 2009). Forest ageing would induce an initial decline in net primary production (NPP), followed by a slow increase as C and nutrients accumulate in the soil and site fertility increases. Net ecosystem production (NEP), on the contrary, would decline as a result of the increased input into the soil of woody biomass, not exported by forest management.

SUMMARY

SILVICULTURE AND CLIMATE CHANGE

Although the life cycle of forests is typically subject to a large climatic and environmental variability, forest growth and long-term dynamics will be affected by climate- and global change in new and largely unpredictable ways. Forests will be exposed in the future not only to higher temperatures and evaporative demand, but also to more frequent extreme events, a change in precipitation patterns, higher atmospheric CO₂ concentrations and variable N deposition.

Several studies demonstrate the positive effects of warmer temperatures, elevated CO₂ and N deposition on European forests over the last 40-50 years. In the Mediterranean region, however, climate change seems to have had a detrimental effect on forests, in particular at the Southern edge of the distribution range. Based on experimental and modelling results, we will consider what silvicultural prac-

tices could prove more effective in stimulating the resistance of forest ecosystems to global change. The role of soil organic matter will be highlighted, for a truly sustainable silviculture in a long-term perspective.

BIBLIOGRAFIA

- Ainsworth EA, Long SP (2005) *What have we learned from 15 years of free-air CO₂ enrichment (FACE)? A meta-analytic review of the responses of photosynthesis, canopy properties and plant production to rising CO₂*. *New Phytologist* 165 351-372.
- Ciais P, Reichstein M, Viovy N, et al (2005) *Europe-wide reduction in primary productivity caused by the heat and drought in 2003*. *Nature* 437 529-533.
- Ciais P, Schelhaas MJ, Zaehle S, et al (2008) *Carbon accumulation in European forests*. *Nature Geoscience* 1 425-429.
- Comins HN, McMurtrie RE (1993) *Long-term response of nutrient-limited forests to CO₂ enrichment. Equilibrium behavior of plant-soil models*. *Ecological Applications* 3 666-681.
- Dezi S, Medlyn B, Tonon G, Magnani F (2009) *Effect of nitrogen deposition on forest carbon sequestration: model analysis*. *Global Change Biology* in preparation .
- Gold S (2003) *The Development of the European Forest Resources, 1950 to 2000. A Better Information Base*. Geneva Timber and Forest Discussion Paper 31. UNECE-FAO, Geneva.
- Jandl R, Vesterdal L, Olsson M, Bens O, Badeck F, Rock J (2007) *Carbon sequestration and forest management*. CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources 2 1-16.
- Kramer K, Leinonen I, Bartelink HH, et al (2002) *Evaluation of 6 process-based forest growth models based on eddy-covariance measurements of CO₂ and H₂O fluxes at 6 forest sites in Europe*. *Global Change Biology* 8 213-230.
- Kurz WA, Dymond CC, Stinson G, et al (2008) *Mountain pine beetle and forest carbon feedback to climate change*. *Nature* 452 987-990.
- Luyssaert S, Schulze E-D, Bömer A, et al (2008) *Old-growth forests as global carbon sinks*. *Nature* 455 213-215.
- Magnani F, Consiglio L, Erhard M, Nolé A, Ripullone F, Borghetti M (2004) *Growth patterns and carbon balance of Pinus radiata and Pseudotsuga menziesii plantations under climate change scenarios in Italy*. *Forest Ecology and Management* 202 93-105.
- Magnani F, Grace J, Borghetti M (2002) *Adjustment of tree structure in response to the environment under hydraulic constraints*. *Functional Ecology* 16 385-393.
- Magnani F, Mencuccini M, Borghetti M, et al (2007) *The human footprint in the carbon cycle of established temperate and boreal forests*. *Nature* 447 848-850.
- Murty D, McMurtrie RE (2000) *The decline of forest productivity as stands age: a model-based method for analysing causes for the decline*. *Ecological Modelling* 134 185-205.
- Myneni RB, Dong J, Tucker CJ, et al (2001) *A large carbon sink in the woody biomass of Northern forests*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA* 98 14784-14789.
- Nabuurs GJ, Masera O, Andrasko K, Benitez-Ponce P, Boer R, Dutschke M, Elsiddig E, Ford-Robertson J, Frumhoff P, Karjalainen T, Krankina O, Kurz WA, Matsumoto M, Oyhantcabal W, Ravindranath NH, Sanz Sanchez MJ, Zhang X (2007) *Forestry*. In: *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (eds Metz B, Davidson OR, Bosch PR, Dave R, Meyer LA), Cambridge University Press, Cambridge.
- Peñuelas J, Hunt JM, Ogaya R, Jump AS (2008) *Twentieth century changes of tree-ring 13C at the southern range-edge of Fagus sylvatica: increasing water-use efficiency does not avoid the growth decline induced by warming at low altitudes*. *Global Change Biology* 14 1-13.
- Piovesan G, Biondi F, Di Filippo A, Alessandrini A, Maugeri M (2008) *Drought-driven growth reduction in old beech (Fagus sylvatica L.) forests of the central Apennines, Italy*. *Global Change Biology* 14 1-17.
- Poncet BN, Garat P, Manel S, et al (2009) *The effect of climate on masting in the European larch and on its specific seed predators*. *Oecologia* 159 527-537.
- Pregitzer KS, Euskirchen ES (2004) *Carbon cycling and storage in world forests: biome patterns related to forest age*. *Global Change Biology* 10 2052-2077.
- Scarascia Mugnozza G, Matteucci G, Magnani F, Borghetti M (2000) *Italy, Malta, Greece and Albania*. In: *Expert Assessments on the Likely Impacts of Climate Change on Forests and Forestry in Europe* (eds Kellomäki S, Karjalainen T, Mohren GMJ, Lapveteläinen T), pp. 81-86. European Forest Institute, Joensuu.
- Schiller G, Unger ED, Moshe Y, Cohen S, Cohen Y (2003) *Estimating water use by sclerophyllous species under east Mediterranean climate II. The transpiration of Quercus calliprinos Webb. in response to silvicultural treatments*. *Forest Ecology and Management* 179 483-495.
- Slodick M, Novak J, Skovsgaard JP (2005) *Wood production, litter fall and humus accumulation in a Czech thinning experiment in Norway spruce (Picea abies (L.) Karst.)*. *Forest Ecology and Management* 209 157-166.
- Westerling AL, Hidalgo HG, Cayan DR, Swetnam TW (2006) *Warming and earlier spring increase Western U.S. forest wildfire activity*. *Science* 313 940-943.
- Williamson JR, Neilsen WA (2000) *The influence of forest site on rate and extent of soil compaction and profile disturbance of skid trails during ground-based harvesting*. *Canadian Journal of Forest Research* 30 1196-1205.
- Yang Y, Mohammat A, Feng J, Zhou R, Fang J (2007) *Storage, patterns and environmental controls of soil organic carbon in China*. *Biogeochemistry* 84 131-141.
- Zhang XQ, Kirschbaum MUF, Hou ZH, Guo ZH (2004) *Carbon stock changes in successive rotations of Chinese fir (Cunninghamia lanceolata (Lamb) Hook) plantations*. *Forest Ecology and Management* 202 131-147.

L'INVENTARIO NAZIONALE DELLE FORESTE E DEI SERBATOI FORESTALI DI CARBONIO E LE VARIAZIONI DI SUPERFICIE FORESTALE NEL TEMPO

(*) *Ispettorato Generale del Corpo forestale dello Stato, Roma*

(**) *Dipartimento Agronomia, Foreste e Territorio, Consiglio per la Ricerca in Agricoltura, Roma*

Il lavoro illustra la situazione attuale del patrimonio forestale italiano alla luce degli ultimi dati forniti dall'Inventario Nazionale delle Foreste e dei serbatoi forestali di Carbonio (INFC). Vengono mostrati sia i dati di superficie che quelli quantitativi relativi, tra l'altro, alle biomasse ed alle quantità di carbonio stoccate negli ecosistemi forestali italiani.

Si osserva poi come le foreste italiane hanno variato la loro superficie e le loro caratteristiche nel corso dell'ultimo secolo, partendo da un confronto con la carta forestale del 1930, dai dati del primo inventario forestale e da studi a carattere multitemporale realizzati al fine di conoscere le variazioni intercorse nel tempo.

Un accenno sarà riferito a come questi dati andranno a costituire la base informativa del registro Nazionale dei serbatoi agroforestali di Carbonio previsto dagli impegni assunti dall'Italia in seno al protocollo di Kyoto.

Parole chiave: inventario nazionale forestale, cambiamento di uso del suolo, protocollo di Kyoto.

Key words: national forest inventory, land use change, Kyoto protocol.

INTRODUZIONE

Al fine di rispondere alle più recenti richieste provenienti dagli impegni sottoscritti a livello internazionale, *in primis* il cosiddetto "Protocollo di Kyoto", strumento operativo della Convenzione quadro sui cambiamenti climatici delle Nazioni Unite (UNFCCC, 1992), ma anche legate alla necessità di avere un moderno strumento di conoscenza del patrimonio forestale italiano, il Corpo forestale dello Stato, in collaborazione con il Ministero dell'Ambiente, con l'Istituto Nazionale di Statistica (ISTAT) e con la supervisione scientifica del Consiglio per la Ricerca in Agricoltura (CRA), sta realizzando il 2° inventario forestale nazionale denominato "Inventario Nazionale delle Foreste e dei serbatoi forestali di Carbonio (INFC).

L'INFC si articola in tre diverse fasi (con un'appendice denominata "fase 3+"), una prima di fotointerpretazione seguita da tre campagne di rilievi al suolo. Il disegno campionario si basa su una stratificazione multipla che ha permesso di adottare un'intensità di campionamento piuttosto elevata (301.000 punti circa) e di contenere ad un numero più ridotto le unità campionarie da rilevare al suolo. Rispettivamente, in seconda, terza fase e fase 3+, sono state infatti estratte 30.001 (dal campione di prima fase), 6.865 e 1.500 unità di campionamento in modo casuale nei diversi strati (entrambi dal campione di seconda fase).

A conclusione delle prime due fasi è stato possibile stimare la superficie forestale complessiva a livello nazionale e regionale (10.467.533 di ha, di cui 8.759.200 ha di boschi alti e 1.708.333 ha di altre terre boscate) e ripartire tale superficie secondo le diverse modalità previste per i caratteri qualitativi osservati. Va ricordato come la definizione di bosco adottata è quella FAO, valida anche ai fini della suddetta Convenzione UNFCCC e quindi utile per la contabilità del Carbonio all'interno dei meccanismi del Protocollo di Kyoto. Va ricordato inoltre che tale definizione di bosco, grazie al lavoro di progettazione dell'Inventario elaborato con la collaborazione dell'ISTAT ha permesso di

unificare le statistiche nazionali in materia di superfici forestali nazionali (vedi www.istat.it). Tornando all'attività inventariale, in particolare, sono state stimate le superfici del bosco ripartite nelle diverse categorie forestali definite con l'INFC, le quali costituiscono anche gli strati di riferimento per la terza fase, dedicata alla stima dei caratteri quantitativi dei soprassuoli forestali.

I rilievi realizzati in terza fase hanno consentito la stima dei caratteri dendrometrici fondamentali dei popolamenti forestali tra i quali il numero degli alberi, l'area basimetrica, il volume legnoso e il suo incremento corrente, la fitomassa arborea epigea, il volume della necromassa legnosa e di altri caratteri quali il numero di soggetti presenti nella rinnovazione, la presenza di danni significativi al soprassuolo e, quando possibile, la loro natura, nonché la raccolta di alcune informazioni relative alla gestione dei soprassuoli che completano il quadro dei risultati della seconda fase (www.infcc.it, "I dati quantitativi").

Ad esempio per gli alberi in piedi è stato misurato il diametro a 1,3 metri sopra terra, è stata valutata l'integrità/vitalità della pianta, è stata determinata la specie, misurata l'altezza di troncatura e stimato lo stadio di decadimento. Queste ed altre misurazioni sono state fatte per il legno morto, per gli alberi campione, per il soprassuolo per la selvicoltura, per la rinnovazione e gli arbusti.

A conclusione dei rilievi, delle 6.865 unità estratte, 6.685 sono le unità raggiunte e rilevate, 180 sono state le unità non idonee al rilievo e 6.606 unità con alberi in piedi vivi.

Dalle misurazioni effettuate, per gli alberi in piedi, sono 227.854 i soggetti sopra la soglia di misurazione (4,5 cm), 212.647 i soggetti vivi, 15.207 i soggetti morti, 49.706 gli alberi campione dell'altezza e dell'incremento; per quanto concerne la necromassa sono 14.949 gli elementi di necromassa a terra e 28.485 ceppaie.

Uno dei risultati più interessanti riguarda il numero di alberi nei boschi italiani: sono circa 12 miliardi di alberi in totale e 1.364 alberi ad ettaro.

L'area basimetrica nei boschi italiani è 20,4 m² ad ettaro,

il volume di fusto e rami grossi è 1 miliardo e 270 milioni di m³, circa 145 m³ ad ettaro.

Inoltre questi stessi caratteri dendrometrici sono stati ripartiti per le diverse categorie forestali, ecco quindi che, per fare due esempi relativi alle principali specie di latifoglie e conifere, nelle faggete, che hanno un'estensione di 1.035.103 ha, il volume totale di fusto e rami grossi ammonta a 240 milioni di m³, circa 232 m³ ad ettaro; per le pinete di pino nero, che hanno un'estensione di 236.467 ha, il volume totale di fusto e rami grossi è di 53 milioni di m³, circa 225 m³ ad ettaro.

La fitomassa epigea totale nei boschi italiani è 870 milioni di tonnellate (peso secco), 100 tonnellate ad ettaro, mentre l'incremento annuo di volume nei boschi italiani è di 36 milioni circa di m³, circa 4,1 m³ ad ettaro.

Sono stati raccolti diversi dati sulle ceppaie e per ogni ceppaia con diametro alla sezione di taglio di almeno 9,5 cm è stato misurato il diametro e l'altezza dal suolo.

Per quanto riguarda gli alberi morti in piedi risultano 15.207 soggetti (7% circa degli alberi in piedi in 6.615 aree di saggio), di cui 11.583 soggetti integri, 3.624 soggetti troncati (24%); per la necromassa a terra si annoverano 14.949 elementi in 3.079 aree di saggio e 25.044 frammenti; per le ceppaie residue si contano 28.485 ceppaie in 3.235 aree di saggio e 2.181 ceppaie recenti (ultimo anno).

Dal calcolo della necromassa totale (alberi morti in piedi, necromassa a terra, ceppaie residue) dei boschi italiani il risultato è 70 milioni di m³, circa 8 m³ ad ettaro, dato di primaria importanza, soprattutto in relazione all'immobilizzazione del carbonio organico, oltre che come base vitale per lo sviluppo della diversità animale e vegetale.

Allo stato attuale è in corso di svolgimento la fase 3+ dell'INFC, quella relativa all'indagine sui suoli forestali, in particolare per ciò che riguarda il carbonio organico in essi contenuto. Tale attività porterà al completamento del monitoraggio dei 5 pool di carbonio previsti dal Protocollo di Kyoto (Fitomassa epigea, Fitomassa ipogea, Lettieria, Necromassa e Suolo), attraverso il rilievo di 1.500 unità campionarie di seconda fase distribuite per strati e per territorio. Le 80 squadre di monitoraggio INFC (oltre 320 forestali professionalmente formati in maniera specifica) sono attualmente impegnate nelle operazioni di campionamento in foresta su tutto il territorio nazionale, anche nelle Regioni e Province autonome dove l'attività viene svolta in convenzione con i servizi forestali locali. La Fase 3+ si completerà nella seconda metà del 2009 dando così conclusione all'INFC 2005.

I CAMBIAMENTI DI USO DEL SUOLO DEL TERRITORIO NAZIONALE

L'Inventario Nazionale Forestale attualmente in via di completamento ci mostra, indipendentemente dalla definizione di bosco adottata, una superficie occupata dal bosco in netta crescita, in confronto ai dati provenienti dalle precedenti indagini inventariali, sia realizzate a livello nazionale che a livello locale.

I cambiamenti di uso del suolo rappresentano una delle tematiche più importanti presenti attualmente nel settore ambientale. La modificazione del territorio colonizzato è stata, da sempre, una delle prerogative dell'attività umana. Dalla trasformazione delle foreste in terreni dissodati, che

ha caratterizzato l'inizio e lo sviluppo della società umana, fino all'urbanizzazione del territorio in seguito allo spostamento di moltitudini di persone nei centri urbani, sedi delle attività conseguenti allo sviluppo della rivoluzione industriale, per finire allo spopolamento ed all'abbandono delle aree montane avvenuto nei paesi industrializzati ed in particolare in Italia negli ultimi 50 anni che ha portato il bosco a riconquistare lentamente i terreni dismessi dall'agricoltura, le aree gestite dall'uomo sono state oggetto di cambiamento.

In particolare, un interessante fenomeno che sta interessando i Paesi del nord del Mediterraneo, riguarda la trasformazione di terreni agricoli in superfici forestali (Piuksi P., Farrel E.P., 2000), che lentamente riconquistano in modo naturale territori dismessi dall'agricoltura ed abbandonati dall'attività umana.

In Italia questo fenomeno, iniziato a partire dagli anni '50 del secolo scorso, è progressivamente aumentato con il repentino passaggio della struttura sociale che da agricola si è rapidamente trasformata in industriale, in particolar modo negli anni '60 e '70.

Questo fenomeno ha riguardato, ed è tutt'ora fortemente in atto, tutta la zona di media, alta collina e montana del paese, sia nelle isole, che nell'area appenninica che in quella alpina. L'unica zona dove non si riscontra tale realtà è quella relativa alle Province di Trento e Bolzano, che da anni hanno in atto programmi di sostegno economico per le attività agro-silvo-pastorali nei territori di montagna (Giau B., comunicazione orale SISEF 2005).

L'importanza delle risorse forestali è riconosciuta a livello planetario (FAO, 1995). È sempre più evidente, infatti, che una seria politica ambientale non può prescindere da una considerazione delle foreste e degli effetti diretti ed indiretti delle attività antropiche su di esse. Le foreste costituiscono buona parte dei sistemi naturali e seminaturali presenti sulle terre emerse e assumono un ruolo cruciale per le forme di vita, contribuendo all'equilibrio globale del sistema terrestre.

Allo stato attuale molte sono le indagini e gli studi, già realizzati ed in fase di realizzazione, che hanno cercato di dare un contributo alla conoscenza del fenomeno. L'importanza di individuare correttamente la superficie delle varie classi di uso del suolo, ed in particolare quella forestale, sono un obiettivo primario per l'analisi di fenomeni sia ecologici che socio-economici. Oltretutto, alcuni programmi strategici dal punto di vista della gestione delle risorse planetarie, come quelli predisposti nell'ambito della Convenzione Quadro per i Cambiamenti Climatici dell'ONU (UNFCCC) e dal suo strumento operativo, il cosiddetto "Protocollo di Kyoto", richiedono con forza la conoscenza delle superfici forestali, con particolare riferimento alla loro variazione nel tempo.

LE INFORMAZIONI SUI CAMBIAMENTI DELLE SUPERFICI FORESTALI ITALIANE

I dati ISTAT

In Italia, per un lunghissimo periodo, le uniche informazioni relative alle superfici forestali, sia in termini di estensione che di composizione, di produttività, ecc. sono state quelle fornite dall'Istituto Nazionale di Statistica (ISTAT). A partire dal 1933, infatti ogni anno è stato

pubblicato, in collaborazione con il Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste ed in particolare con il contributo del Corpo forestale dello Stato che ha fornito i dati richiesti, il volumetto relativo alle "Statistiche forestali". Va subito detto che la definizione adottata dall'ISTAT, per lungo tempo non è stata conforme alle attuali concezioni di foresta (per esempio quella FRA 2000). I dati relativi al passato sono perciò da interpretare con cautela e non sono direttamente confrontabili con quelli attuali.

L'analisi dei dati ISTAT evidenzia come la superficie forestale negli ultimi 50 anni sia cambiata, espandendosi in maniera cospicua, passando dai 5.745.490 ha del 1954 ai 6.855.844 ha del 2002. In particolare, a parte la categoria dei cedui composti, mostrando una riduzione del numero degli ettari nel tempo, tutte le altre categorie mostrano un forte aumento, in particolare per la categoria delle fustaie di resinose (per lo più dovuta ai rimboschimenti) e per quella dei cedui semplici.

L'Inventario Forestale Nazionale del 1985

Il primo inventario forestale nazionale realizzato nella metà degli anni '80 del secolo scorso (IFNI, 1985) ci ha fornito le seguenti principali informazioni: la superficie occupata dalle foreste italiane (vedi Tabella 1) è risultata essere di 8.675.100 ha, con una prevalenza di boschi cedui (3.858.300 ha) sulle fustaie (2.577.600 ha). La novità presentata è stata quella delle altre formazioni forestali, per la prima volta rappresentate e fuori, fino ad allora dai rilevamenti ISTAT.

La ripartizione della superficie forestale secondo la composizione presenta la gran parte dei boschi italiani appartenenti, per i quattro quinti, alla categoria dei boschi di latifoglie (80%), mentre l'ulteriore quinto viene diviso tra boschi di conifere (16%) e boschi misti (4%)

L'IFNI del 1985 ci ha proposto quindi uno scenario forestale nuovo, che non smentisce i dati ISTAT allora presenti (6.403.108 ha di fustaie e cedui) ma li integra con i 2.239.200 ha delle formazioni forestali minori.

Le differenze nelle definizioni e il fatto che le statistiche forestali nazionali si basavano solo sulla registrazione delle variazioni relative alla superficie forestale, raccolte attraverso questionari, senza prevedere rilievi di tipo inventariale, giustificano la notevole discordanza dei dati ISTAT/IFN '85.

I dati esposti sono soltanto una parte, seppure la più significativa, dell'insieme di informazioni forniteci dall'Inventario; nel volume "IFNI 1985 - Risultati e sintesi metodologica" (IFNI, 1988) è riportato il complesso dei dati.

Dalla loro lettura si evince chiaramente che nei boschi italiani il tasso di incremento era in quel periodo abbastanza elevato. Dall'analisi dei dati emersi infatti si è potuto notare come le superfici forestali italiane fossero soggette ad un invecchiamento sensibile e ad un consistente accumulo di massa. Il tasso di utilizzazione si aggirava intorno a $1 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ anno}^{-1}$ di legno a fronte di un incremento di oltre $3 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ anno}^{-1}$.

Lo studio dei cambiamenti della superficie forestale nella Regione Abruzzo

Nell'ambito degli studi relativi ai cambiamenti di uso del suolo su scala regionale, in particolare focalizzati sulla superficie forestale, quello realizzato analizzando le

variazioni intervenute nella Regione Abruzzo nel periodo anni 1954-2005 (Pompei, 2006) ci consente di analizzare il fenomeno dell'aumento della superficie forestale in un ambito specifico molto dettagliato.

Lo studio ha esaminato i cambiamenti in un primo caso nel periodo 1980-2002, successivamente nel periodo più ampio 1954-2002.

Nel primo periodo considerato si è registrato un netto aumento di "formazioni forestali", dovuto soprattutto al passaggio a questa classe di copertura del suolo di superfici in precedenza classificate come "boschi radi" e "altre formazioni forestali" (other wooded land) e come "prati, pascoli e incolti" e, secondariamente, al passaggio da "superfici agricole". Anche tenendo conto delle dinamiche interne tra "formazioni forestali" e "formazioni forestali rade", si è osservato comunque, complessivamente, un significativo incremento medio annuale di aree boschive ("formazioni forestali" + "formazioni forestali rade"). Si è riscontrato, inoltre, un significativo aumento di "superfici artificiali", prevalentemente a scapito delle "superfici agricole".

L'espansione delle aree boschive rappresenta la dinamica nettamente più significativa riscontrata nel mosaico territoriale esaminato. L'incremento di superficie forestale registrato negli ultimi due decenni in Abruzzo corrisponde a un tasso percentuale medio annuo di espansione pari a circa 0,23%, se rapportato alla superficie totale regionale. Alla luce anche dello studio relativo al periodo anni '80-2002, realizzato mediante lo studio multitemporale dell'intera popolazione dei punti INFC e non su un suo campione come nel caso della ricerca 1954-2002, si è visto come il cambiamento osservato in questo ultimo studio relativo alle superfici agricole, diminuite del 9,5%, può essere ritenuto abbastanza verosimile.

L'aumento del territorio classificato come "superfici forestali" (+17,9%) appare davvero notevole. Questa espansione è in gran parte attribuibile alla diminuzione delle "superfici agricole" (-9,5%), delle "superfici forestali rade" (-6,5%) e dei "prati pascoli ed incolti" (-6,9%), mentre le "superfici artificiali" aumentano del 2,7%, in gran parte a carico della "superfici agricole".

Andando nello specifico lo studio ha evidenziato che le superfici forestali sono aumentate negli ultimi 50 anni del 17,9% con un tasso di espansione annua dello 0,37% (0,23% se consideriamo la somma delle superfici forestali totali incluse le superfici forestali rade). In particolare negli ultimi venti anni il tasso d'espansione è salito a circa lo 0,6% (0,34% con le superfici forestali rade) a seguito del forte cambiamento della struttura sociale della Regione Abruzzo.

Un modello previsionale calcolato all'interno dello studio ha mostrato interessanti correlazioni tra i fattori stagionali e socio economici e la tendenza al cambiamento di uso del suolo del territorio. Il principale fattore di cambiamento è risultato la presenza del bosco nell'intorno (500 metri) del punto campionato. Anche altri fattori mostrano un'importante correlazione positiva con il cambiamento: altitudine, pendenza, distanza dai centri abitati, diversificazione di uso del suolo, ricchezza della popolazione. Viceversa, la densità di popolazione mostra una correlazione negativa. Inoltre anche l'utilizzo prevalente del territorio intorno al punto di campionamento sembra influire in modo evidente sul cambiamento.

Carta forestale del Regno d'Italia del 1930

Nel 1930 la Milizia Forestale del Regno d'Italia elabora la prima Carta forestale del Regno d'Italia. Questa importante produzione rappresenta il primo documento inventariale forestale italiano che tuttora ci consegna importanti informazioni che possono aiutare ad interpretare e comprendere come la superficie forestale nazionale è variata nel tempo fino ai giorni nostri.

Un recente studio della suddetta Carta forestale del Regno d'Italia del 1930 ha realizzato delle analisi a campione relativamente al contenuto informativo sui territori delle Regioni Emilia-Romagna, Molise e Basilicata confrontando poi i dati ottenuti con i dati dell'Inventario Forestale Nazionale del 1985 o, per le regioni meridionali, con i dati ricavati da foto aeree recenti. Relativamente alla Regione Emilia-Romagna le analisi statistiche sono significative e permettono di ipotizzare una sostanziale non variazione della copertura forestale. Mentre nel caso delle regioni meridionali si verifica l'aumento della copertura forestale. Ciò non significa, ovviamente, che i boschi siano rimasti invariati e che i differenti metodi di rilievo non abbiano comportato errori o discrepanze, dovute ad esempio ai differenti metodi di rilievo (per aree - Carta, per punti - Inventario) e alla diversa definizione di bosco (comunicazione personale dell'autore dello studio, Dr. Fabrizio Ferretti, CRA-Centro di ricerca per la selvicoltura Sede di Firenze).

Informazioni sulle foreste italiane fornite dalla FAO

Un'altra interessante fonte di informazione relativa ai cambiamenti di uso del suolo della superficie nazionale, in particolare riguardo le formazioni forestali è quella fornita dalla FAO delle Nazioni Unite che svolge, nell'ambito dei propri Forest Resource Assessment (FRA), indagini sulle risorse forestali a livello mondiale. Nel corrente anno sono in preparazione i dati relativi alle foreste italiane che andranno ad alimentare il FRA2010.

I dati, forniti dalla Divisione 5^a dell'Ispettorato Generale del Corpo forestale dello Stato (comunicazione personale del Dr. Angelo Mariano, responsabile del "Reporting internazionale sui dati forestali italiani"), mostrano come la superficie forestale nazionale, con la tecnica di elaborazione del FRA2010, sia in costante aumento per l'intero periodo 1990-2010 (anno di riferimento finale del FRA2010).

La Tabella 2 riporta i dati di stimati per il ventennio

Descrizione	Sup. ha INFI	Sup. ha ISTAT
Boschi cedui	3.858.300	3.613.812
Fustaie	2.577.600	2.789.296
Altre formazioni (arbusti, macchia mediterranea, riparie, rupestri)	2.239.200	
Superficie forestale totale	8.675.100	6.403.108

Tabella 1. Superficie forestale nazionale (IFNI, 1985).

sopra descritto per le categorie boscate "Foresta" (F) ed "Altre terre boscate" (OWL).

CONCLUSIONI

L'analisi dei dati relativi alle superfici forestali provenienti dall'Inventario Nazionale delle Foreste e dei serbatoi forestali di Carbonio (INFC) del 2005 e dalle altre indagini inventariali elaborate a livello nazionale e regionale mostra come il bosco negli ultimi 80 anni sia cresciuto in termini di superficie.

Sia la Carta Forestale del 1930 (anche se senza una prova scientifica) che le indagini derivanti dai due inventari forestali nazionali (1985 e 2005), sia i dati ISTAT o quelli per la FAO nonché i risultati di studi realizzati *ad hoc* su scala regionale mostrano in maniera inequivocabile come la superficie forestale nazionale sia aumentata nel tempo e continui a crescere in maniera sensibile.

La ripetizione dell'INFC al 2013, secondo quanto previsto dal Decreto del 1 aprile 2008 del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare che istituisce il "Registro dei serbatoi agroforestali di carbonio", strumento di contabilizzazione del carbonio all'interno dei meccanismi del Protocollo di Kyoto, potrà fornire i dati necessari a comprendere l'andamento dell'espansione delle foreste italiane nonché gli strumenti utili per una migliore gestione forestale più orientata alla sostenibilità ed alla difesa della biodiversità.

RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia la Dr.ssa Patrizia Gasparini del CRA-MPF di Trento, responsabile scientifica INFC, per la continua e preziosa collaborazione nella quotidiana attività inventariale, il Dr. Angelo Mariano del Corpo forestale dello Stato, Divisione 5^a - Affari Internazionali, responsabile del reporting nazionale ed internazionale per le statistiche forestali, per le informazioni riguardanti i dati FAO. Grazie al Dr. Fabrizio Ferretti, del CRA-Centro di ricerca per la selvicoltura, Sede di Firenze, per le informazioni relative alla Carta forestale del Regno d'Italia del 1930.

Infinita gratitudine infine a tutto il personale del Corpo forestale dello Stato coinvolto nelle varie attività dell'Inventario Nazionale delle foreste, per il costante, intenso e prezioso impegno profuso quotidianamente nel proprio lavoro.

Anni	1990	2000	2005	2010
Foresta	7.589.800	8.369.400	8.759.200	9.149.000
Altre terre boscate	1.533.408	1.650.025	1.708.333	1.766.641
Foresta + altre terre boscate	9.123.208	10.019.425	10.467.533	10.915.641

Tabella 2. Dati di superficie in ettari per Tabella 1 di FRA 2010.

SUMMARY

THE NEW ITALIAN FOREST INVENTORY AND THE FOREST AREA CHANGE IN ITALY

The report shows the present situation of the Italian forest heritage from the last data given by the National Forest Inventory (INFC). Above surface data and quantitative data related to the biomass and to the carbon quantity in the Italian forestry ecosystem are shown. It observes how the Italian forests have changed their surface and their characteristics during the last century, starting from comparing with the forest chart dated 1930, with the first forest inventory data and with some multitemporal study realized in order to know the variations in the course of time. It will be also indicated how these data will create the database of the National register of forest carbon sink foreseen by the commitment assumed by Italy referring to the Kyoto Protocol.

BIBLIOGRAFIA

- Corona P., Pompei E., Calvani P., Scarascia Mugnozza G. (2005) *Modelling spontaneous forest expansion by multinomial logistic regression*. In Atti del Congresso IUFRO IUFRO, "Sustainable Forestry in theory and Practice: recent advances in inventory and monitoring, statistics and modelling, information and knowledge management, and policy science". Edinburgh, 5th-8th April 2005. In public.
- Corona P., Pompei E., Scarascia Mugnozza G. (2005) *Stima probabilistica del tasso di espansione annua e del valore al 1990 della superficie forestale nella Regione Abruzzo*. *Forest@ 2* (2): 178-184. <http://www.sisef.it/>.
- FAO (2005) Informazioni da sito web www.fao.org/forestry/fra2005.
- Forest resources assessment (1990) *Global synthesis*. FAO Forestry Paper, 124, Roma 1995.
- Holmgren P. (2001) *Forest area and area change*. FAO Forestry Paper 140, Rome.
- IFNI, Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste, Direzione Generale delle Risorse Forestali, Montane ed Idriche – Corpo forestale dello Stato. Istituto sperimentale per l'Assestamento e per l'Alpicoltura. *IFNI Inventario Forestale Nazionale 1985: sintesi metodologica e risultati*. Pp. 462 (Trento, 1988).
- INFC (2003) *Manuale di fotointerpretazione per la classificazione delle unità di campionamento di prima fase*. Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio. MiPAF, Direzione Generale per le Risorse Forestali Montane e Idriche, Corpo Forestale dello Stato. Documento a cura dell'Istituto Sperimentale per l'Assestamento Forestale e per l'Alpicoltura, Trento.
- INFC (2003a) *Guida alla classificazione della vegetazione forestale*. Inventario nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio. MiPAF – Direzione Generale per le Risorse Forestali, Montane ed Idriche, Corpo forestale dello Stato, ISAFSA, Trento.
- INFC (2003b) *Manuale di fotointerpretazione per la classificazione delle unità di campionamento di prima fase*. Inventario nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio. MiPAF – Direzione Generale per le Risorse Forestali, Montane ed Idriche, Corpo forestale dello Stato, ISAFSA, Trento.
- INFC (2003c) *Procedure di controllo di qualità dei dati di prima fase*. Inventario nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio. MiPAF – Direzione Generale per le Risorse Forestali, Montane ed Idriche, Corpo forestale dello Stato, ISAFSA, Trento.
- INFC (2003d) *Istruzioni per il rilievo degli attributi di seconda fase*. Inventario nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio. MiPAF – Direzione Generale per le Risorse Forestali, Montane ed Idriche, Corpo forestale dello Stato, ISAFSA, Trento.
- INFC (2003e) *Procedure di definizione delle coordinate dei punti di campionamento*. Inventario nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio. MiPAF – Direzione Generale per le Risorse Forestali, Montane ed Idriche, Corpo forestale dello Stato, ISAFSA, Trento.
- INFC (2003f) *Procedure di individuazione, materializzazione e ritrovamento dei punti di campionamento*. Inventario nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio. MiPAF – Direzione Generale per le Risorse Forestali, Montane ed Idriche, Corpo forestale dello Stato, ISAFSA, Trento.
- INFC (2004) *Il disegno di campionamento. Inventario nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio*. MiPAF – Direzione Generale per le Risorse Forestali, Montane ed Idriche, Corpo forestale dello Stato, ISAFSA, Trento. (2005) – Risultati della prima fase di campionamento. Inventario nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio. MiPAF – Direzione Generale per le Risorse Forestali, Montane ed Idriche, Corpo forestale dello Stato, ISAFSA, Trento.
- ISAFSA (2005) *Inventario nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio: Linee generali per il progetto per il secondo inventario forestale nazionale italiano*.
- ISTAT (2005) *Statistiche Forestali anno 2002*.
- ISTAT (1956) *Statistica Forestale 1953-54*.
- ISTAT (1993) *Statistiche Forestali anno 1990*.
- Piussi P., Farrel E.P. (2000) *Interactions between society and forest ecosystems: challenges for the near future*. *Forest Ecology and Management* 132: 21-28.
- Pompei E. (2006) *Espansione delle foreste italiane negli ultimi 50 anni: il caso della Regione Abruzzo*. Tesi di Dottorato di Ricerca in Ecologia Forestale, 2005.
- UN, United Nation Framework Climate Change Convention, UNFCCC, Rio de Janeiro, 1992.
- UN-ECE/FAO (1997) *UN-ECE/FAO Temperate and Boreal Forest Resources Assessment 2000*. Terms and Definitions. United Nations New York and Geneva, July 1997, 13 pp.

RISPOSTE DI ACCRESCIMENTO RADIALE DELL'ABETE BIANCO (*ABIES ALBA* MILL.) IN TOSCANA ED INFLUENZA DEL CLIMA: PRIME EMERGENZE

(*) School of Geography and Environmental Science, Monash University, Melbourne

(**) Faculty of Science, Monash University, Clayton Campus, Melbourne, Australia

(***) Corpo Forestale dello Stato, Ufficio Territoriale per la Biodiversità di Vallombrosa, Firenze

Nel 2006 la Monash University, School of Geography and Environmental Science (Australia), ha stipulato un protocollo per una ricerca con il Corpo Forestale dello Stato, Uffici Territoriali per la Biodiversità di Pistoia, di Pratovecchio e di Vallombrosa, e la Comunità Montana del Casentino - Settore Foreste, utilizzando siti nelle foreste dell'Abetone, di Camaldoli, di Vallombrosa e de La Verna. Scopo della ricerca è lo studio degli effetti della variabilità climatica recente e passata sulla crescita dell'abete bianco nell'Appennino toscano.

Nel 2006-2007 sono state identificate due aree campione in quattro diverse foreste. Le coppie di particelle sono localizzate verso i limiti superiore ed inferiore della distribuzione dell'abete in ogni sito. L'obiettivo principale era quello di determinare se la risposta dell'abete al clima è cambiata nelle decadi recenti quale conseguenza di condizioni ambientali modificate associate al cambiamento del clima.

L'analisi dendrocronologica ha rivelato che alberi di età diversa (100-150 anni e più) nelle quattro foreste mostrano un periodo di rapido aumento della crescita radiale nel periodo 1980-90, ma tornano a tassi relativamente bassi negli anni 2000. Il periodo di incremento dell'accrescimento interessa perché collegato al problema del deperimento dell'abete bianco in Europa ed in Italia. I nostri risultati preliminari suggeriscono che possono esserci importanti influenze interagenti associate al clima ed alla fitopatologia che condizionano la risposta di crescita dell'abete bianco in modi ancora non chiari.

Parole chiave: cambiamento climatico, *Abies alba*, dendrocronologia, Toscana.

Key words: climate change, *Abies alba*, dendrochronology, Tuscany.

1. IL CAMBIAMENTO CLIMATICO

L'alterazione del clima, nella sua complessità e differenze, è uno dei fenomeni contemporanei per il quale il mondo scientifico ha mostrato crescente attenzione. Negli anni recenti, l'evidenza del cambiamento climatico globale si è rafforzata in modo crescente (IPCC, 2007). Secondo lo *Intergovernmental Panel on Climate Change* (Manning, 2007), il tasso di riscaldamento è in aumento. Segnali ed evidenze di una variazione del clima sono stati verificati anche in Toscana: (fig. 1, fig. 2, fig. 3), fra questi il riscaldamento relativamente rapido delle temperature estreme e medie, l'aumento rilevante di eventi piovosi straordinari, l'aumento generalizzato dell'aridità (diminuzione della precipitazione media) (D'Aprile, 2004 a, b; Maracchi *et al.*, 1998).

2. L'ABETE BIANCO COME INDICATORE DI CAMBIAMENTO CLIMATICO

La ricerca europea sul clima e l'accrescimento degli alberi ha mostrato importanti relazioni (Kern e Popa, 2007; Manetti e Cutini, 2006; Wilson *et al.*, 2004; D'Arrigo *et al.*, 2008; Yeha *et al.*, 2000; Wimmer, 2002), come ad esempio quelle tra anelli di accrescimento dell'abete bianco lungo gradienti quali altitudine, esposizione, e regioni diverse (latitudine) (Becker *et al.*, 1989; Desplanque *et al.*, 1999). Wilson ed Elling (2004) hanno riscontrato che la correlazione tra crescita dell'abete bianco e cronologia climatica è stata buona sino agli anni '60 nelle Basse Alpi Bavaresi. Nei Vosgi, in Francia, severe crisi climatiche sono comparse negli ultimi 40-50 anni. I fenomeni di siccità risultano svolgere un ruolo chiave in forti defogliazioni dell'abete bianco, con ripercussioni sull'accrescimento. Gli impatti più intensi si so-

no verificati tra la fine degli anni '70 e i primi anni '80. Nel periodo 1850-1940, un netto incremento di produttività è stato rilevato nell'abete bianco, seguito da un plateau. Secondo Becker (1989), la precipitazione mensile, la temperatura dell'anno di formazione dell'anello e la temperatura dei sei anni precedenti la formazione dell'anello, sono capaci di spiegare circa il 79% della varianza delle crisi di breve termine e l'evoluzione nel lungo termine; soprattutto le siccità risultano importanti nell'influenzare la crescita dell'abete bianco. A Vallombrosa, Moriondo e Caterini (1988) osservano che dopo periodi siccitosi compaiono periodi di mortalità dell'abete.

L'abete bianco in siti con inverno molto freddo ed estate mite o calda mostra una marcata dipendenza dagli andamenti delle temperature a livello stagionale e mensile. Ad esempio, nei Pirenei Centrali l'accrescimento radiale dell'abete bianco dal 1852 al 1933 è positivamente correlato con la temperatura di Novembre dell'anno precedente e del mese di Maggio dell'anno di formazione (Tardif *et al.*, 2003).

In Basilicata, la risposta di accrescimento sembra dipendere in buona parte dalla pioggia tardo primaverile-estiva più che dalle variazioni di temperatura (Gentilesca e Todaro, 2008). Nel periodo 1970-1990 i boschi furono interessati da fenomeni di deperimento simile a quelli che colpirono le foreste di molti paesi dell'emisfero settentrionale, definiti allora come "moria dell'abete bianco" e poi "danni forestali di nuovo tipo".

I primi deperimenti furono segnalati per le abetine di abete bianco a partire dai primi anni '70. A Vallombrosa, già nel 1923 e nel 1949 si erano presentati fenomeni simili, ma il periodo più critico fu osservato intorno alla metà degli anni '70, con la morte di migliaia di piante. Negli anni '80 il disseccamento degli abeti ha continuato a manifestarsi in forma

più leggera e prevalentemente nelle fustaie d'età più avanzata o adulte, mentre sembrano poco colpite le abetine giovani e quelle di provenienza meridionale.

3. METODI

3.1 Selezione delle abetine

Sulla base della distribuzione delle stazioni meteorologiche, della disponibilità di dati, e delle caratteristiche delle abetine, sono state scelte le zone dell'Abetone, di Camaldoli, di La Verna e di Vallombrosa; la selezione dei siti idonei ha seguito alcuni criteri, tra cui:

- disponibilità di dati meteorologici;
- prevalenza di abete bianco;
- età prossima o superiore ai 100 anni;
- disponibilità di dati relativi alla gestione delle particelle;
- per ogni foresta, similarità delle caratteristiche stazionali (es. esposizione, drenaggio, geologia) ma con il più elevato gradiente altitudinale possibile;
- tra foreste, massimi gradiente altitudinale e gradiente latitudinale possibili.

3.2 Selezione delle particelle

Le due particelle all'Abetone si trovano una in prossimità del crinale (A38), l'altra (A68) a quota inferiore su un versante esposto a SE. La particella superiore (A38) è esposta alle condizioni climatiche più severe; la pendenza media è del 32% ed il sito appare "asciutto". L'età è superiore ai 170 anni. La particella in basso (A68) ha circa 116 anni, pendenza minore (17%) e caratteristiche di tipo mesico. In entrambi i casi la matrice geologica è prevalentemente argillosa.

La Verna è un picco direttamente esposto ai venti nord-orientali e sud-occidentali. La matrice geologica è calcarea, rocciosa, molto fratturata, con suolo relativamente sottile; il drenaggio è buono e forse alto, ed il sito mostra due strapiombi principali intorno a 100 o più metri. La foresta è di setanea e mista abete-faggio; l'abete bianco è ristretto ad un'area relativamente piccola dove la maggior parte degli individui hanno ben più di 100 anni. La sottoparticella L30B, più bassa, è più esposta essendo più vicina agli strapiombi mentre quella superiore, la n.19, appare più protetta dal crinale, esposto a settentrione. Nella sottoparticella L30B la pendenza media è il 40%, nella L30A circa il 50%.

Le particelle a Camaldoli sono situate su un versante esposto a Sud (C162, in alto; C206, in basso). La superiore ha pendenza del 20% circa; il drenaggio è buono, gli abeti hanno 109 anni. La particella inferiore è più ripida (pendenza media 58%), con drenaggio elevato; gli abeti hanno 106 anni. Entrambe le particelle appaiono mesiche.

A Vallombrosa le due particelle (V521 e V460) sono su matrice derivante da arenaria, con buon drenaggio, esposte a settentrione; la superiore ha una pendenza media del 40% ed un'età di 117 anni; la particella inferiore ha una pendenza del 30% circa e 105 anni di età.

Il gradiente altitudinale tra i siti forestali è piuttosto elevato. La stazione meteo più in basso (955 m slm) è a Vallombrosa, quella più in alto (m 1340 slm) all'Abetone. Entro ciascuna foresta il gradiente delle aree di rilevamento varia: m 165 all'Abetone, m 210 a Vallombrosa, m 70 a Camaldoli, m 46 a La Verna. La particella più in basso è a Vallombrosa (m 903), quella più in alto all'Abetone (m 1445). Camaldoli e La Verna, come noto, sono abbastanza vicine (12-

15 km); le stazioni meteorologiche hanno quota simile (m 1111 slm; m 1120 slm), ma le condizioni stazionali sono diverse, come anche la topografia, la selvicoltura, ed il gradiente stesso tra le particelle rilevate (quella inferiore m 1060 slm è a Camaldoli e la superiore m 1204 slm a La Verna), con circa 144 metri di dislivello.

3.3 Campionamento degli alberi

All'interno di ogni particella sono stati campionati 14 abeti, selezionati sulla base della posizione sociale (dominanti e codominanti), delle condizioni macroscopiche del fusto (gli abeti con segni esterni di danno sono esclusi), e classi di chioma (sono escluse quelle asimmetriche). Su ogni abete sono stati prelevati due campioni (carotaggio con succhiello di Pressler) perpendicolari alla pendenza prevalente del terreno, opposti ed a circa 1.30 metri dal suolo. Nella stessa sezione sono stati misurati il diametro e la posizione dell'albero lungo il gradiente altitudinale del transetto.

3.4 Preparazione per le analisi

I campioni delle serie cronologiche delle cerchie (carotine) sono stati preparati per le analisi di laboratorio secondo le procedure standard (Stokes e Smiley, 1968; Fritts, 1976, Cook e Kairiukstis, 1990).

3.5 Datazione dei campioni

Una forte datazione incrociata è determinante per lo sviluppo di cronologie altamente affidabili per le successive analisi climatiche. La datazione incrociata è fatta per assicurare che ogni anello sia posto nella sequenza temporale appropriata ed assegnato al corretto anno. In questo caso, si è adottata la datazione incrociata a due fasi, la prima visuale, la seconda secondo le analisi dendrocronologiche standard e con verifica statistica per gli abeti di ogni sito, prima individualmente, poi come campione, impiegando il programma COFECHA (Holmes, 1983).

3.6 Standardizzazione delle cronologie

Gli andamenti degli accrescimenti risultano dall'interazione tra l'espressione della componente biologica della pianta e le interazioni positive e negative con fattori biotici ed abiotici nel breve, medio e lungo termine. La standardizzazione si occupa del "filtraggio" degli effetti secondari (Fritts, 1976). Ad esempio, cambiamenti repentini nella crescita possono essere dovuti ad interventi selvicolturali come i diradamenti, a disturbi locali come tempeste di vento, neve pesante, attacchi di insetti, ecc. Tramite questa tecnica, anche la componente di accrescimento annuo derivante dall'anno od anni precedenti è limitata. La standardizzazione, effettuata mediante il programma ARSTAN (Cook e Krusic, 2007) si prefigge di ridurre gli effetti di simili fattori in modo da ottenere curve più significative per l'analisi dendrocronologica.

3.7 Indice di Area Fogliare (L.A.I., Leaf Area Index)

Il decremento dell'accrescimento della pianta può continuare anche dopo che un periodo di avversità o stress climatico è diminuito o terminato, a causa dell'impatto sulle riserve, la morfo-anatomia, il bilancio ormonale, ed altro. Il declino può richiedere anche più anni prima che sia mostrato espressamente dalle caratteristiche esterne delle piante (es. condizioni delle chiome). Ciò può contribuire a dare informazioni utili ai fini della ricerca (Bigler *et al.*, 2004)

Il LAI (*Leaf Area Index*) è usato anche come indicatore di stress attraverso la stima della trasparenza delle chiome (Dobbertin *et Brang*, 2001).

E' stata altresì campionata la presenza di "cuore bagnato patologico", che risulta alta. Le relazioni tra LAI, accrescimento anulare e "cuore bagnato", dove il clima è il comune denominatore, sono in fase di studio.

Una prima misura del L.A.I. ha mostrato che (Tabella. 1):
 - la variabilità dello stesso tra i transetti nella stessa foresta è molto bassa;
 - la variabilità tra foreste non è trascurabile.

4. RISULTATI

La Figura 4 mostra lo sviluppo temporale delle curve di accrescimento radiale e gli indici derivanti dalla rispettive standardizzazioni di due particelle. Mentre le curve di accrescimento mostrano una tendenza alla riduzione, variabile nel tempo, dello spessore degli anelli e della varianza associata all'età crescente delle piante, dagli anni '60-'70 in poi questa tendenza si inverte e negli '80-'90 le ampiezze anulari risultano simili o maggiori, nei diversi casi, a quelle dei precedenti 4-6 decenni ed oltre. Ciò è comune a tutte le particelle; l'accrescimento si riduce poi piuttosto rapidamente negli anni 2000. Ad esempio, la particella 206 a Camaldoli mostra che l'accrescimento radiale negli '80-'90 recupera i valori del 1920-1924, in questo caso circa 25-30 anni di età degli abeti. Ciò avviene nello stesso arco di anni per età diverse, strutture e composizioni diverse, altitudini diverse (da 903 m slm a 1445), substrati geologici diversi, per cui la stessa risposta è data da alberi in fasi di cicli ontogenetici, densità, rapporti di competizione, interventi selvicolturali, risorse disponibili diverse almeno quantitativamente.

Le curve di crescita standardizzate mostrano che l'accrescimento radiale annuo degli abeti è alto negli '80-'90, talvolta più che non in tutti i decenni precedenti, almeno per gli anni disponibili (es. ABE68 e CAM162, 1901-2006; LAV19, 1864-2006). Il confronto tra curve di accrescimento e rispettivi indici mostra come le variazioni positive e negative intorno alla media degli accrescimenti siano fortemente

legati, ovvero che la componente data dalla variabilità climatico-ambientale probabilmente svolge un ruolo forte nel determinare gli andamenti di crescita riscontrati.

CONCLUSIONI

L'areale appenninico dell'abete si colloca in quello meridionale della specie. In ambienti unici come quelli delle abetine dell'Appennino esso costituisce una fascia ristretta e discontinua spesso prossima ai crinali; questo può essere considerato un limite superiore di vegetazione dove non esistono altre conifere autoctone sostituibili per biologia, ecologia e tassonomia. D'altronde, l'abete mostra di avere esigenze climatico-ambientali abbastanza specifiche che lo rendono suscettibile alle modificazioni del clima.

I risultati ottenuti sono comuni ad abetine diverse per altitudine, età, struttura, geologia, fase del ciclo ontogenetico, densità, condizioni delle chiome; ciò nonostante, esse mostrano che nello stesso arco di anni, tra gli '80 ed i '90 circa, la crescita radiale annua era sostenuta, e continuativa. Questo sembra contrastare con l'andamento dello sviluppo diametrico nel tempo secondo il noto modello esponenziale decrescente. In particolare, negli stessi anni i problemi di deperimento dell'abete bianco in Italia ed in Europa hanno ricevuto notevole attenzione. In questo ambito, le varie concause delle sintomatologie di sofferenza e della "trasparenza delle chiome" non sembrano chiarire il fenomeno riscontrato. La ricerca in corso esamina le variabili climatiche nelle tipologie ed interazioni, pur non escludendo il contributo degli effetti di composti quali gli ossidi di azoto (es. "fertilizzazione"), l'anidride carbonica (es. aumento efficienza assorbimento idrico), l'anidride solforosa, ed altri. Per quanto riscontrato, le variazioni climatiche appaiono come un fattore probabilmente molto importante nel determinare la risposta di accrescimento rilevata, mentre si cercano possibili ulteriori indicazioni e conoscenze mediante la verifica di relazioni tra stati patologici come il "cuore bagnato patologico", molto diffuso nelle abetine saggiate, la trasparenza delle chiome, ed altre variabili tra cui quelle climatiche.

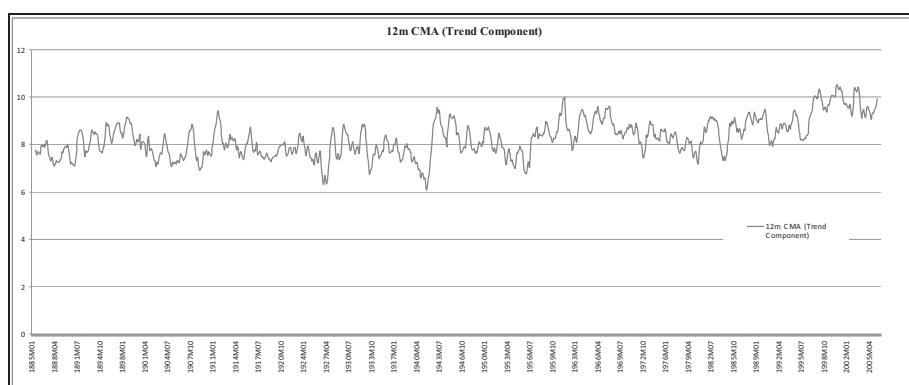


Figura 1. Andamento della temperatura media mensile nelle quattro stazioni dalla fine del 1800 al 2006. La correlazione fra i siti è molto elevata, come mostrato sia dall'analisi delle reti neurali e dalle varie regressioni. Appare evidente un aumento medio di quasi 2°C, più rapido negli ultimi 20-25 anni.

Figure 1. Trend of annual mean temperature of the four stations from the end of 1800 to 2006. Correlation between sites is very high as shown by neural network and various regression analyses. It is evident an average increase of almost 2°C, which is faster during the last 20-25 years.

Figure 1. Tendence de la température moyenne annuelle de quatre stations météorologiques entre 1800 et 2006. La corrélation entre les stations est très bonne basé sur des analyses de régression. En évidence est une hausse des températures de 2°C avec une accélération dans les 20-25 dernières années.

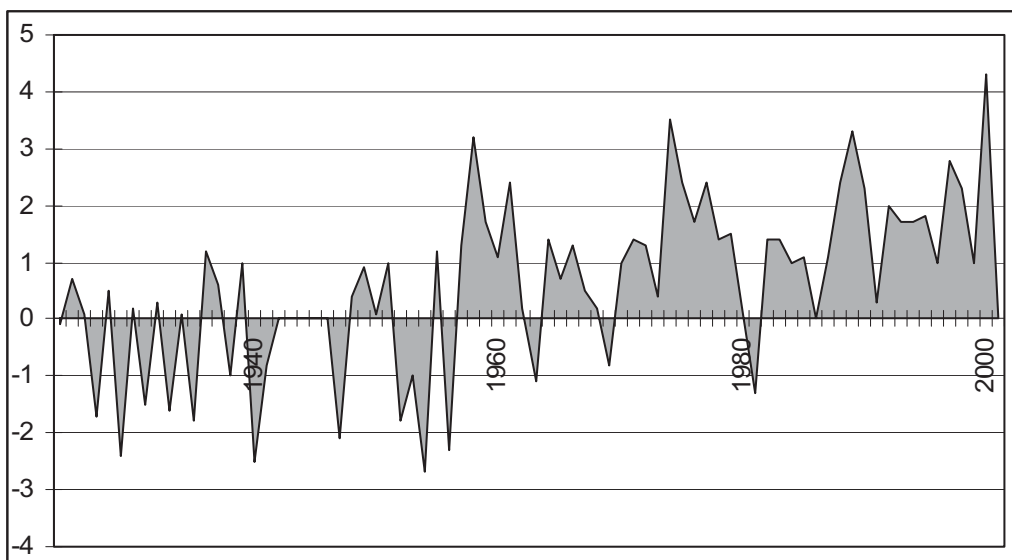


Figura 2. Sequenza cronologica della temperatura media invernale (Dic, Gen, Feb) a Camaldoli dal 1924 al 2000. Prima del 1957 circa la media è $-0,5^{\circ}\text{C}$, dopo è $+1,4^{\circ}\text{C}$; nel periodo 1983-2000 è di $+1,75^{\circ}\text{C}$, tra il 1990 ed il 2000 sale a $+1,9^{\circ}\text{C}$.

Figure 2. Time series of mean winter temperature (Dec, Jan, Feb) at Camaldoli from 1924 to 2000. Mean winter temperature before 1957 is -0.5°C , after is $+1.4^{\circ}\text{C}$. Mean temperature is $+1.75^{\circ}\text{C}$ over the period 1983-2000 and increases at $+1.9^{\circ}\text{C}$ between 1990 and 2000.

Figure 2. Séquence des températures moyennes d'hiver (Dec, Jan, Fev.) à Camaldoli de 1924 à 2000. La température moyenne d'hiver avant 1957 est de -0.5°C , et de $+1.4^{\circ}\text{C}$ après 1957. La température moyenne est de $+1.75^{\circ}\text{C}$ de 1938 à 2000 et augmente a 1.9°C de 1990 a 2000.

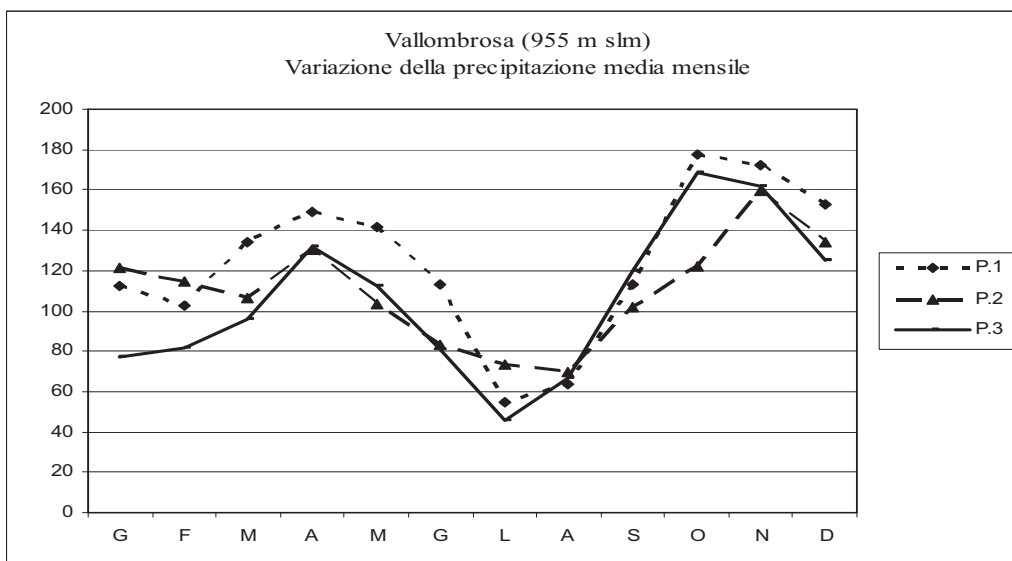


Figura 3. Variazione della precipitazione media mensile in mm a Vallombrosa. P.1: periodo 1872-1949; P.2: periodo 1950-1979; P.3: periodo 1980-2006. Il valore medio mensile è introduttivo, in quanto altri parametri sono più effettivi nel valutare tale cambiamenti. Ad esempio, la variabilità interannuale della precipitazione mensile, come intensità e frequenze relative, supera spesso ampiamente i valori medi mensili. A livello percentuale, le maggiori riduzioni della sola precipitazione acquosa non sono in estate ma nelle altre stagioni. La pioggia media annua nel periodo P.1 è circa 1487mm, ma scende in P.2 del -11,2%, e cala del -14,7% circa nei decenni recenti (26 anni) rispetto al lungo periodo.

Figure 3. Variation of monthly mean rainfall (mm) at Vallombrosa. P.1: period 1872-1949; P.2: period 1950-1979; P.3: period 1980-2006. Other parameters are more accurate than monthly mean rainfall in assessing changes. For example, the inter-annual variation of frequency and intensity of monthly rainfall often is quite higher (or lower) than the monthly mean. Highest reduction of rainfall in percentage occurs in other seasons than summer. Mean annual rainfall in the period P.1 is about mm 1487, which decreases -11.2% in P.2 and -14.7% over recent decades (26 years) in comparison to the long term.

Figure 3. Variation du niveau moyen de précipitation mensuelle (mm) a Vallombrosa : P.1 : période 1872-1949 ; P.2 : période 1950-1979 ; P.3 : période 1980-2006. D'autres paramètres sont plus précis que le niveau moyen de précipitation mensuelle pour évaluer ces variations. Par exemple, la variation interannuelle de la fréquence et de l'intensité de la précipitation est souvent plus haute (ou basse) que la moyenne mensuelle. Des réductions de la précipitation en pourcentage a été noté pendant d'autres saison que l'été. La moyenne annuelle de précipitation pour la période P1 était de 1487 mm, suivit d'une réduction de -11.2% pour la période P2 and de -14.7% durant les 26 dernières années comparé a la moyenne de long terme.

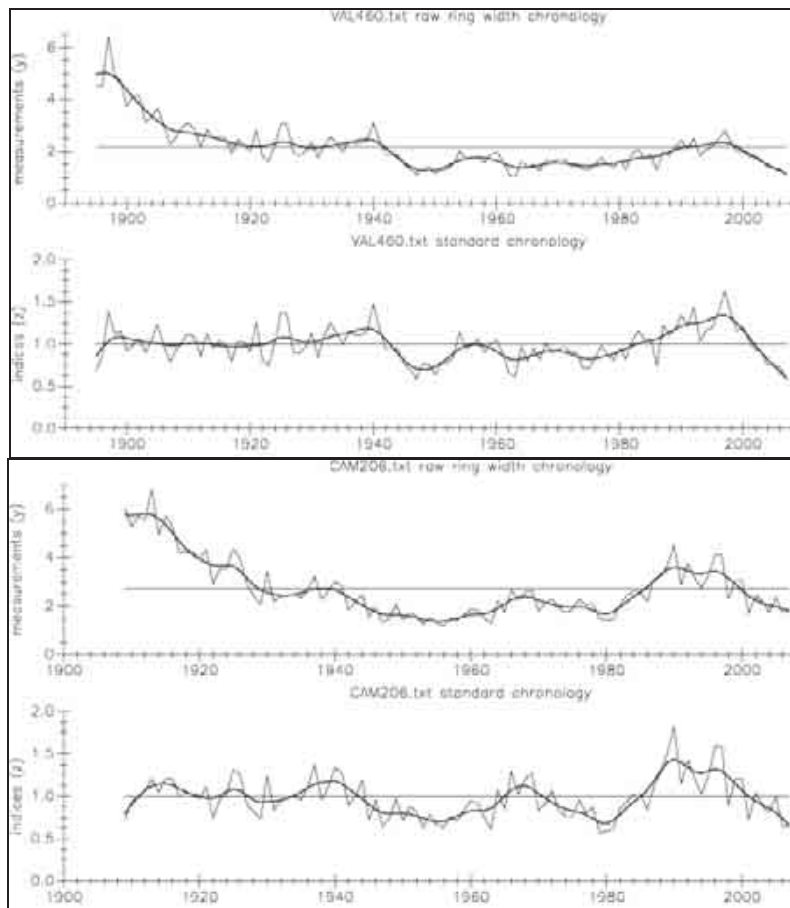


Figura 4. Serie temporali (master series) delle ampiezze anulari (in alto nelle figure) della particella 460 a Vallombrosa e della 206 a Camaldoli, e relative curve standardizzate (grafici in basso nelle rispettive figure).

Figure 4. Tree ring width time series (master series) (above in the graphs) of parcel 460 at Vallombrosa and parcel 206 at Camaldoli and relative standardized curves (below in the graphs).

Figure 4. Séquence d'indices de croissance radiale (en haut) du site 460 a Vallombrosa et du site 206 a Camaldoli et courbe relative standardisée (en bas).

Particella	Cuore bagnato %	LAI
ABE38	85.7	2.83
CAM162	80.8	4.21
LAV19	85.7	5.55

Tabella 1. Presenza di “cuore bagnato” (percentuale dei campioni) negli abeti e Leaf Area Index (LAI) dei transetti di alcune particelle ad Abetone, Camaldoli e La Verna.

Table 1. Percentage of rotten but in Silver firs and Leaf Area Index (LAI) in transects of some parcels at Abetone, Camaldoli, and La Verna.

Tableau 1. Pourcentage d'écorce pourrie dus sapin argenté et du Leaf Area Index (LAI) de transects de quelques sites a Abetone, Camaldoli et La Verna.

SUMMARY

RADIAL GROWTH OF SILVER FIR (*ABIES ALBA* MILL.) IN TUSCANY AND CLIMATE INFLUENCE: FIRST RESULTS

In 2006, the School of Geography and Environmental Science of Monash University (Australia) signed a research protocol with the “Corpo Forestale dello Stato,

Uffici per la Tutela della Biodiversità” at Pistoia, Pratovecchio, Vallombrosa, and the “Comunità Montana del Casentino, Settore Foreste”. The aim of the research program was to study the effects of recent and historical variability of climate in the Tuscan Alps on the growth of silver fir (*Abies alba* Mill.).

In 2006-2007 we identified a set of paired study sites at each of the four forests. The site pairs were located at the upper and lower limits of the distribution of silver in each of the study locations. The primary objective was to determine if growth responses to climate in silver fir have change in recent decades as a consequence of changing environmental conditions associated with climate change.

The dendrochronological analysis revealed that trees of different age (100-150+ years) at the four sites had a period of rapidly increasing radial growth during 1980-90, but returned to relatively low growth rates during the 2000s. The period of increased growth is of interest as it is associated with the problem of the silver fir decline in Europe and Italy. Our preliminary results suggest that there may be important interacting influences associated with climate and phytopathology that affect the growth response of silver fir in unanticipated ways.

RÉSUMÉ

CROISSANCE RADIALE DE SAPIN BLANC (*ABIES ALBA* MILL.) DANS LA TOSCANE ET INFLUENCE CLIMATIQUE: D'ABORD RÉSULTATS

En 2006, le School of Geography and Environmental Science (l'Ecole de Géographie et des Sciences de l'Environnement) a signé un protocole de recherche avec le Corpo Forestale dello Stato, Uffici per la Tutela della Biodiversità à Pistoia, Pratovecchio, Vallombrosa, et le "Comunità Montana del Casentino, Settore Foreste. Le but de ce programme de recherche est l'étude sur l'effet des variations récentes et historiques du climat sur la croissance du sapin argenté (*Abies alba* Mill.).

En 2006-2007 nous avons identifié une série de sites jumelés dans chacune des quatre forêts. Les sites étaient aux limites supérieures et inférieures de la distribution de sapins argentés à chaque site. L'objectif principal était de déterminer si les variations de croissance liées au climat avaient changé pendant les récentes décennies en conséquence des variations de l'environnement associées au changement climatique.

L'analyse dendrochronologique montre que les sapins de différents âges (100-150+ ans) aux quatre sites avaient subi une poussée de croissance radiale soudaine durant les années 80-90 avant de retrouver une croissance relativement plus lente dans les années 2000. Cette période de croissance rapide est d'intérêt dans le contexte du déclin du sapin argenté en Europe et en Italie. Nos résultats préliminaires suggèrent qu'il pourrait y avoir d'importants effets d'interaction liés au climat et la phytopathologie qui influence la croissance du sapin argenté de manière non-anticipées.

BIBLIOGRAFIA

- Becker M., Landmann G., Levy G., 1989. *Silver fir decline in the Vosges Mountains (France): role of climate and silviculture*. Water, Air, and Soil Pollution, 48: 77-86.
- Bigler C., Gricar J., Bugmann H., Cufar K., 2004. *Growth patterns as indicators of impending tree death in silver fir*. Forest Ecology and Management 199: 183-190.
- Cook E.R., Kairiukstis L.A., 1990. *Methods of dendrochronology. Applications in the environmental sciences*. International Institute for Applied Systems Analysis. Kluwer Academic Publications. Dordrecht, Netherlands.
- Cook E.R., Krusic P.G., 2007. *Tree-Ring Laboratory Lamont-Doherty Earth Obs. Palisades, N.Y.* www.ldeo.columbia.edu/trl.
- D'Aprile F., 2004a. *Inquadramento climatico e bilancio idrico dei suoli*. Comune di Pienza (SI).
- D'Aprile F., 2004 b. *Inquadramento climatico e bilancio idrico dei suoli. Area forestale-montana*. Comune di Gaiole in Chianti (SI).
- D'arrigo R., Wilson R., Liepert B., Cherubini P., 2007. *On the "Divergence Problem" in Northern Forests: A review of the tree-ring evidence and possible causes*. Global and Planetary Change, 60: 289-305.
- Holmes R.L., 1983. *Computer-assisted quality control in tree-ring dating and measurement*. Tree-Ring Bulletin, 43: 69-78.
- Desplanque C., Rolland C., Schweingruber F.H., 1999. *Influence of species and abiotic factors on extreme tree ring modulation: Picea abies and Abies alba in Tarentaise and Maurienne (French Alps)*. Trees, 13:218-227.
- Dobbertin M., Brang P., 2001. *Crown defoliation improves tree mortality models*. Forest Ecology and Management, 141: 271-284.
- Fritts H.C., 1976. *Tree Rings and Climate*. Academic Press, London, UK.
- Gentilesca T., Todaro L., 2008. *Crescita radiale e risposte climatiche dell'abete bianco (Abies alba Mill.) in Basilicata*. Forest@ 5: 47-56 [online: 2008-03-27] URL: <http://www.sisef.it/forest@/>.
- Kern Z., Popa I., 2007. *Climate-growth relationship of tree species from a mixed stand of Apuseni Mts., Romania*. Dendrocronologia, 24: 109-115.
- Manetti M.C., Cutini A., 2006. *Tree-ring growth of silver fir (Abies alba Mill.) in two stands under different silvicultural systems in central Italy*. Dendrocronologia 23: 145-150.
- Manning M., 2007. *Climate Change 2007: Observations and Drivers of Climate Change*. IPCC Working Group I Support Unit. Intergovernmental Panel on Climate Change, Official Website.
- Maracchi G., Crisci A., Grifoni D., Gozzini B., Meneguzzo F., Zipoli G., 1998. *Some features of climate variation in Central Italy: need for a Mediterranean cooperation*. In: International Conference "Impacts of Climate Change on The Mediterranean Countries", Metsovo, Greece, 2-4 September.
- Moriondo F., Caterini F., 1988. *In margine al Convegno su "Le avversità del bosco e delle piante arboree da legno"*. L'Italia Forestale e Montana, 43: 21-26.
- Stokes M.A., Smiley T.L., 1968. *An Introduction to Tree-ring Dating*. University of Chicago Press, Chicago, USA.
- Tardif J., Camarero J.J., Ribas M., Gutierrez E., 2003. *Spatiotemporal variability in tree growth in the Central Pyrenees: climatic and site influences*. Ecological Monographs, 73 (2): 241-257.
- Wilson R., Elling W., 2004. *Temporal instability in tree-growth/climate response in the Lower Bavarian Forest region: implications for dendroclimatic reconstruction*. Trees, 18:19-28.
- Wimmer R., 2002. *Wood anatomical features in tree-rings as indicators of environmental change*. Dendrocronologia, 20/1-2: 21-36.
- Yeha H.Y., Wensel L.C., Turnblom E.C., 2000. *An objective approach for classifying precipitation patterns to study climatic effects on tree growth*. Forest Ecology and Management, 139: 41-50.

CAMBIAMENTI GLOBALI ED APPLICAZIONI DEGLI ISOTOPI STABILI NELLO STUDIO DELL'USO IDRICO IN BIOCENOSI MEDITERRANEE

(*) Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di Biologia Agroambientale e Forestale, Porano (TR)

Gli isotopi stabili di ossigeno, idrogeno e carbonio costituiscono sonde fisiologiche e traccianti naturali con ampie potenzialità negli studi ecofisiologici relativi alle biocenosi forestali mediterranee. Il ciclo dell'acqua lungo il continuum idraulico suolo-pianta-atmosfera può essere investigato accuratamente attraverso le tecnologie IRMS (Isotope Ratio Mass Spectrometry) dedicate alle analisi dei rapporti $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ e D/H. Infatti, variazioni di tali rapporti isotopici dovute a fattori climatici e biofisici, permettono di distinguere chiaramente i diversi pool acquosi al livello ecosistemico e di accedere, al contempo, ad informazioni fondamentali sulla funzionalità degli apparati radicali e sul grado di interconnessione tra strutture forestali epigee ed atmosfera. Lo studio dei rapporti isotopici $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ dà accesso, d'altro canto, a rilevanti informazioni ecofisiologiche sul ciclo del carbonio, sull'attività fotosintetica e sull'efficienza d'uso idrico delle formazioni forestali. Risultati e prospettive su diverse tipologie forestali mediterranee vengono brevemente presentati in relazione ad aspetti evolutivi ed adattativi di estrema attualità nell'ambito dei processi di cambiamento globale.

Parole chiave: proiezioni climatiche, desertificazione, biodiversità, efficienza d'uso idrico, isotopi stabili, resilienza ecosistemica, sviluppo sostenibile.

Key words: climate change, desertification, biodiversity, water-use efficiency, stable isotopes, ecosystem resilience, sustainable development.

Mots clés: changement climatique, désertification, biodiversité, efficacité de l'utilisation de l'eau, isotopes stables, résilience de l'écosystème, développement soutenable.

1. CONSIDERAZIONI SU CAMBIAMENTI GLOBALI E FORESTE MEDITERRANEE

“Non c'è dubbio, il mondo si sta scaldando” è il titolo di un recente editoriale della rivista Science (Kerr, 2006). I veloci processi di immissione antropica di CO_2 nell'atmosfera sono solo parzialmente bilanciati dai processi più lenti di costituzione di stock di carbonio terrestri ed oceanici. Come conseguenza l'atmosfera è progressivamente modificata con un aumento della concentrazione di CO_2 ed altri gas ad effetto serra. I cambiamenti climatici si riflettono sulle dinamiche delle biocenosi forestali sotto forma di disturbo ecologico. Accanto all'aumento della temperatura preoccupa, in particolare, l'aumento della frequenza e durata dei periodi siccitosi. Questa occorrenza può determinare forti pressioni selettive sulle formazioni forestali.

A fronte di progetti teorici di intrappolamento dell'eccesso di CO_2 (stock geologici od oceanici), le proiezioni climatiche per l'area mediterranea sono particolarmente inquietanti, con un aumento della temperatura tra 2 e 4 °C ed una diminuzione delle precipitazioni fino al 20% nel corso del secolo (dati IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change). Cambiamenti climatici di una tale portata causeranno forti pressioni selettive sul bioma mediterraneo. Le biocenosi forestali saranno particolarmente influenzate dalla rapidità di questi eventi di cambiamento. Un quadro pessimistico potrebbe addirittura prevedere la scomparsa di intere popolazioni negli areali meridionali, là dove la capacità di resilienza alla siccità delle specie forestali si rivelasse inadeguata alle mutate condizioni.

Le piante possono rispondere in due modi ai cambiamenti: adattamento o migrazione. Tuttavia, per adattarsi le specie devono possedere una sufficiente variabilità dei caratteri adattativi. Questa variabilità rientra in un particolare aspetto della biodiversità: la biodiversità intra-specifica. La capacità

di gestire le risorse forestali mediterranee richiede, così, approfondite conoscenze sulla variabilità adattativa delle specie e sulla loro plasticità di risposta ai cambiamenti ambientali.

Grazie alla distribuzione attraverso gradienti ambientali marcati ed ampiamente diversificati, le specie forestali mediterranee sono generalmente dotate di un'importante variabilità adattativa. Tuttavia, i fenomeni di erosione genetica, perdita di habitat e frammentazione delle popolazioni, contribuiscono drammaticamente alla perdita di importanti risorse di biodiversità. Negli ultimi decenni varie azioni di ricerca hanno permesso la costituzione di reti di campi comparativi per la valutazione della variabilità genetica e della plasticità adattativa di importanti specie mediterranee: castagno europeo, conifere mediterranee, faggio, per citare alcune specie modello. Molte informazioni sui meccanismi adattativi specifici sono state desunte da questi studi e potrebbero rivelarsi cruciali nella futura gestione delle risorse forestali mediterranee. In particolare studi di fisiologia degli stress ambientali e di efficienza d'uso delle risorse hanno rivelato importanti caratteristiche di resistenza, utili nella selezione del materiale genetico idoneo a programmi di riforestazione in ambienti degradati e di migrazione assistita.

2. GLI ISOTOPI STABILI NELLO STUDIO DELL'EFFICIENZA D'USO IDRICO E DEL CONTINUUM IDRAULICO SUOLO-PIANTA-ATMOSFERA

Una caratteristica prominente delle specie arboree mediterranee è la capacità di assorbire acqua e nutrienti in maniera efficace. L'ambiente mediterraneo è infatti contraddistinto da precipitazioni relativamente scarse ed incostanti insieme a suoli spesso poveri. Di conseguenza, i genotipi adattati al clima mediterraneo avranno caratteri

idonei per un'efficiente uso di acqua e nutrienti. La ridotta disponibilità idrica influenza l'assimilazione fotosintetica di CO₂ attraverso il controllo stomatico o con effetti diretti sui meccanismi fotosintetici. Attraverso gli stomi il flusso assimilativo di CO₂ incrocia l'efflusso traspirativo di H₂O. Questo dinamismo, alla base dell'economia di carbonio ed acqua della pianta, è espresso e quantificato dal parametro fisiologico "efficienza d'uso idrico" (WUE, la quantità di C assimilato per unità di acqua traspirata). WUE è largamente influenzato da fattori ambientali e genetici.

Gli isotopi stabili del carbonio e dell'ossigeno costituiscono delle utili ed eleganti sonde fisiologiche per lo studio di WUE e del ciclo dell'acqua attraverso il continuum idraulico suolo-pianta-atmosfera. Gli isotopi stabili ed i frazionamenti isotopici che conducono a diverse composizioni isotopiche dello stesso elemento in composti diversi, sono stati inizialmente oggetto di studio da parte dei geochimici. E' loro opera l'applicazione originaria di analisi isotopiche (¹³C/¹²C) al campo della geobotanica e della fisiologia vegetale. Da un paio di decenni gli studi isotopici sul carbonio forniscono informazioni basilari sul processo fotosintetico e sulla sua efficienza (vedi Farquhar *et al.*, 1989). Più di recente gli studi sui rapporti isotopici ¹⁸O/¹⁶O e D/H hanno condotto a rilevanti scoperte sulla funzionalità degli apparati radicali e sulle risorse idriche esplorate nel suolo dalle piante. Una delle frontiere attualmente aperte con l'applicazione delle analisi degli isotopi stabili di O e H, è diretta allo studio delle interazioni tra parte aerea ed atmosfera. La foglia o la copertura vegetale si comportano, infatti, come corpo d'acqua soggetto all'evaporazione ed a quei fenomeni di frazionamento che determinano la composizione isotopica dei differenti pool acquosi sulla Terra. Studi pionieristici indicano l'approccio isotopico come promettente nello studio della complessità del continuum idraulico suolo-pianta-atmosfera. Sembra assai rilevante applicare queste metodiche per la comprensione delle dinamiche di captazione ed uso delle risorse idriche ad opera di biocenosi vegetali a complessità crescente.

2.1 Ancora sull'efficienza d'uso idrico e l'adattamento alla siccità

L'adattabilità alla siccità è una caratteristica complessa di un genotipo che coinvolge un grande numero di caratteri: regolazione osmotica, plasticità delle risposte di scambio gassoso, vigoria e struttura degli apparati radicali, caratteri fogliari, forma e densità della chioma, architettura delle coperture arboree (canopie). Per questo insieme di fattori, genotipi differenti possono mostrare in ambienti comparativi diversi livelli di WUE e crescita, ovvero diversi gradi di adattamento all'ambiente stesso. E' stato chiaramente dimostrato in prove comparative che genotipi arido-adattati mostrano generalmente livelli di WUE più bassi relativamente a genotipi provenienti da pedo-climi umidi (Read e Farquhar, 1991; Lauteri *et al.*, 1997; Lauteri *et al.*, 2004). Nei fatti, le piante arido-adattate mostrano la capacità di esplorare gli strati profondi del suolo, possiedono foglie e chiome meno esposte alla domanda evapotraspirativa atmosferica e, a parità di condizioni, sono meno suscettibili a stress da siccità, mostrando bassi livelli di WUE. Tuttavia, recenti studi effettuati su popolazioni di castagno europeo (Lauteri *et al.*, 2004)

hanno dimostrato che i genotipi originari di zone xeriche, al contrario di quelli di zone mesiche, possiedono elevata plasticità fenotipica nelle risposte di WUE e bassa plasticità nelle risposte di crescita.

Ulteriori studi, riguardanti specie forestali filogeneticamente distanti da *Castanea sativa* Mill., hanno confermato nel carattere "efficienza d'uso idrico" (WUE) un importante indicatore della capacità di adattamento a condizioni di siccità (Guehl *et al.*, 1995). Fisiologicamente WUE è il parametro che definisce la capacità di organizzare carbonio rispetto all'unità di acqua spesa nella traspirazione. Da una prospettiva ecofisiologica WUE rappresenta il rapporto tra flussi netti di carbonio assimilato e di acqua evapotraspirata di un ecosistema. L'espressione di un determinato livello di WUE, in una pianta così come in una copertura vegetazionale, dipende da fattori fisiologici, morfologici-strutturali ed ambientali. Capacità fotosintetica e regolazione stomatica incidono direttamente su WUE a livello fotosintetico. La conducibilità idraulica di fusti ed apparati radicali determina la capacità di rispondere ad elevate richieste traspirative senza incorrere in deleteri fenomeni di embolismo. La struttura degli apparati radicali determina la capacità di esplorazione delle riserve idriche del suolo. L'area fogliare e la struttura verticale influenzano il grado di esposizione della pianta o della biocenosi alle richieste evapotraspirative atmosferiche. Tutte le caratteristiche sopra descritte interagiscono con le condizioni stagionali quali il clima, la ventosità, l'esposizione, il tipo e la profondità del suolo, nel determinare il bilancio tra carbonio acquistato ed acqua spesa a livello ecosistemico. Il carattere WUE si rivela, dunque, un importante indicatore ecofisiologico delle interazioni tra copertura vegetazionale ed ambiente.

In base alla letteratura sull'argomento, assai poco è noto al riguardo della plasticità del carattere WUE nelle varie biocenosi forestali della Penisola. Una grande varietà di formazioni forestali è presente lungo il transetto peninsulare appenninico, sull'arco alpino e, sia pure in forme più frammentate o relitte, negli ambienti planiziali. La presenza su gradienti pedo-climatici così vasti rende le foreste mediterranee nel loro complesso un potenziale caso sperimentale di rilevante interesse per la tematica dell'acclimatemento e dell'adattamento ai cambiamenti globali nell'area mediterranea. Sarebbe della massima importanza, dunque, la costruzione di banche dati sulle dinamiche ecofisiologiche delle foreste mediterranee, anche nell'ottica delle diverse tipologie di gestione selvicolturale. Ciò permetterebbe di acquisire conoscenze basilari sulle capacità di accumulo di carbonio e resilienza ai cambiamenti globali delle risorse forestali nazionali.

2.2 Isotopi stabili del carbonio: una sonda fondamentale nello studio di WUE su diverse scale spaziali e temporali

L'analisi degli isotopi stabili del carbonio fornisce ora la metodologia più innovativa, versatile e non invasiva per lo studio di WUE in ambienti naturali (Lauteri *et al.*, 1997). L'isotopo stabile pesante ¹³C è discriminato durante il processo di fotosintesi (Farquhar *et al.*, 1989).

Questo determina un generale alleggerimento del carbonio organico nelle piante rispetto al carbonio atmosferico, fenomeno definito discriminazione isotopica del carbonio (Δ). Tuttavia il grado di discriminazione isotopica è fortemente variabile in funzione di tutti quei fattori genetici, selvicolturali ed ambientali capaci di influenzare il punto operativo fotosintetico, ovvero il rapporto tra le pressioni parziali intercellulare ed atmosferica di CO_2 (p_i/p_a ; Farquhar *et al.*, 1982). La ben comprovata relazione inversa esistente tra WUE e Δ (Brugnoli e Farquhar, 2000) fa di quest'ultimo parametro un formidabile indicatore fisiologico per gli studi in questione (Lauteri *et al.*, 1999; Lauteri *et al.*, 2004).

L'analisi della discriminazione isotopica del carbonio consente di studiare le dinamiche di WUE su scale temporali variabili. Infatti il segnale isotopico derivante dalle condizioni contingenti è registrato sia nei metaboliti che nel carbonio strutturale dei vari organi della pianta. In questo modo l'analisi isotopica sugli zuccheri solubili fogliari dà accesso ad un'informazione fisiologica dell'ordine di uno o pochi giorni (Scartazza *et al.*, 2004). La composizione isotopica del carbonio strutturale di una foglia è in relazione con le condizioni di alcune settimane o mesi precedenti il campionamento. L'analisi degli anelli legnosi è fondamentale per informazioni di lungo periodo (dalla stagione fino alle ricostruzioni del paleoclima).

La costituzione di una rete di monitoraggio su di una selezione di biocenosi forestali peninsulari permetterebbe, attraverso la rappresentazione delle risposte ecofisiologiche in sistemi informativi geografici (GIS), l'acquisizione e l'elaborazione di importantissime informazioni spaziali e temporali, informazioni legate alle dinamiche di WUE a fronte dei cambiamenti globali.

3. MITIGAZIONE ED ADATTAMENTO: UN AUSPICIO VERSO UN USO SOSTENIBILE DELLE FORESTE E DEL TERRITORIO

In conclusione, la risposta ai cambiamenti globali dei biomi terrestri, ed in particolare delle biocenosi forestali, deve essere considerata quale fenomeno complesso cui contribuiscono tutti gli attributi di biodiversità e resilienza a livello ecosistemico o superiore (paesaggio ecologico e bioregione). Come evidenziato in un recente rapporto dello ECNC (European Centre for Nature Conservation), mitigazione ed adattamento ai cambiamenti climatici rappresentano delle interazioni a feedback (auto-regolazione) tra le condizioni ambientali e le biocenosi. Tuttavia, tali interazioni sono possibili solo quando i sistemi biologici siano equipaggiati con sufficiente biodiversità e resilienza. Queste ultime sono così evidenziate quali i fattori chiave di mitigazione ed adattamento.

Data l'implicazione dell'azione umana nei cambiamenti globali, ogni azione di mitigazione ed adattamento sarà favorita da strette connessioni tra le comunità locali, ivi includendo i politici, gli operatori economici ed i ricercatori. Questa sinergia dovrà necessariamente operare verso un incremento della complessità e resilienza ecosistemica; dovrà avere come priorità la conservazione e

la ricostituzione della biodiversità; dovrà impegnarsi ad aumentare la capacità di immagazzinare carbonio da parte degli ecosistemi; dovrà instaurare e gestire efficaci reti ecologiche su scala locale e regionale; dovrà, in ultima analisi, ideare e perseguire modelli di sviluppo sostenibile del territorio.

SUMMARY

GLOBAL CHANGES AND STABLE ISOTOPE APPLICATIONS IN WATER-USE STUDIES ON MEDITERRANEAN BIOCENOSSES

Stable isotopes of oxygen, hydrogen and carbon represent powerful physiological probes and natural tracers in eco-physiological studies related to forest ecosystems. In relation to the occurring global change, stable isotope methodologies can provide relevant insights on the adaptive responses of Mediterranean forests. Oxygen and hydrogen stable isotopes can be used as natural tracers for studying the sources of water and processes of water use by plants. Soil water is usually characterized by complex patterns of isotopic composition ($\delta^{18}\text{O}$, δD) along the soil profile. Both climate and hydrology influence the isotopic values of different water pools. Therefore the water table and the waters in the shallow, medium and deep soil layers usually differ in their isotopic composition. No isotopic effects occur during water uptake by roots or during xylem transport, so that the isotope composition of xylem water reflects a weighed average of the different water sources used by the plant. In contrast, the isotope composition of leaf water is enriched by evaporative effects that occur during transpiration. Additionally, information on plant water-use efficiency (WUE) can be provided by means of carbon isotope discrimination ($\Delta^{13}\text{C}$) analyses of plant tissues. Different specific strategies of water use are likely to result in specific patterns of WUE. The use of multiple isotopic approach enhances the accuracy in studying the complexity of water-use strategies at the community level. The effectiveness of the isotopic approach is shown relatively to previous studies on evolutionary and adaptive features of Mediterranean forests. The results obtained at the ecosystem scale encourage the application of the stable isotope approach to investigate ecological functions at a higher level of biological organization (the landscape scale).

RÉSUMÉ

CHANGEMENTS CLIMATIQUES GLOBAUX ET APPLICATIONS D'ISOTOPES STABLES DANS L'ÉTUDE DE L'UTILISATION HYDRIQUE DES BIOCÉNOSES MÉDITERRANÉENNES

Les isotopes de l'oxygène, de l'hydrogène et du carbone représentent des sondes physiologiques puissantes ainsi qu'un traceur naturel utilisé pour l'étude éco-physiologique des écosystèmes forestiers. Dans le contexte du changement climatique actuel, l'utilisation de la technique des isotopes stables peut fournir un aperçu pertinent sur les réponses adaptatives des forêts méditerranéennes. Le cycle de l'eau le long du continuum sol-plante-atmosphère peut

être étudié par la technique IRMS (Isotope Ratio Mass Spectrometry) en utilisant les analyses des rapports $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ et D/H. En effet, les variations de ces rapports isotopiques, dues à des facteurs climatiques et bio-physiques, permettent de distinguer clairement les différents pool d'eau au niveau de l'écosystème, d'accéder aux informations fondamentales sur la fonction de l'appareil racinaire et sur le degré d'interconnexion entre les structures forestières et l'atmosphère. L'étude des rapports $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ permet d'autre part de mettre en évidence le cycle du carbone à travers la photosynthèse et l'efficacité de l'utilisation de l'eau par la plante. La mise en oeuvre de plusieurs approches isotopiques accroît la précision des études des stratégies d'utilisation de l'eau au niveau communautaire. L'efficacité de cette méthode est montrée dans de précédentes études sur les caractéristiques évolutives et adaptatives des forêts méditerranéennes. Les résultats obtenus à l'échelle de l'écosystème encourage l'utilisation des rapports isotopiques pour examiner les fonctions écologiques à un plus haut niveau d'organisation biologique (à l'échelle du paysage).

BIBLIOGRAFIA

- Brugnoli E., Farquhar G.D., 2000. *Photosynthetic fractionation of carbon isotopes*. In: *Photosynthesis: Physiology and Metabolism*. Advances in Photosynthesis, vol 9 (R.C. Leegood, T.D. Sharkey & S. von Caemmerer, eds), p. 399-434. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.
- Farquhar G.D., Ehleringer J.R., Hubick K.T., 1989. *Carbon isotope discrimination and photosynthesis*. *Annu. Rev. of Plant Physiol. and Plant Mol. Biol.*, 40: 503-537.
- Farquhar G.D., O'Leary M.H., Berry J.A., 1982. *On the relationship between carbon isotope discrimination and the intercellular carbon dioxide concentration in leaves*. *Australian Journal of Plant Physiology*, 9: 121-137.
- Guehl J.M., Nguyen-Queyrens A., Loustau D., Ferhi A., 1995. *Genetic and environmental determinants of water-use efficiency and carbon isotope discrimination in forest trees*. In: *The EUROSILVA Contribution to Forest Tree Physiology* (M. Bonnet-Masimbert & H. Sandermanns, eds), p. 297-321. Editions Colloques de l'INRA, Paris.
- Kerr R.A., 2006. *No doubt about it, the world is warming*. *Science*, 312: 825.
- Lauteri M., Monteverdi M.C., Sansotta A., Küçük M., Cherubini M., Spaccino L., Villani F., 1999. *Adaptation to drought in European chestnut. Evidences from a hybrid zone and from controlled crosses between drought and wet adapted populations*. *Acta Horticulturae*, 494: 345-353.
- Lauteri M., Pliura A., Monteverdi M.C., Brugnoli E., Villani F., Eriksson G., 2004. *Genetic variation in carbon isotope discrimination in six European populations of Castanea sativa Mill. originating from contrasting localities*. *J. of Evol. Biol.*, 17: 1286-1296.
- Lauteri M., Scartazza A., Guido M.C., Brugnoli E., 1997. *Genetic variation in photosynthetic capacity, carbon isotope discrimination and mesophyll conductance in provenances of Castanea sativa adapted to different environments*. *Functional Ecology*, 11: 675-683.
- Read J., Farquhar G.D., 1991. *Comparative studies in Nothofagus (Fagaceae). I. Leaf carbon isotope discrimination*. *Functional Ecology*, 5: 684-695.
- Scartazza A., Mata C., Matteucci G., Yakir D., Moscatello S., Brugnoli E., 2004. *Comparisons of $\delta^{13}\text{C}$ of photosynthetic products and ecosystem respiratory CO_2 and their responses to seasonal climate variability*. *Oecologia*, 140: 340-351.

IL BILANCIO DEL CARBONIO IN ECOSISTEMI FORESTALI MEDITERRANEI

(*) Istituto per i Sistemi Agricoli e Forestali del Mediterraneo, CNR-ISAFOM, Rende (Cosenza)

Il lavoro presenta le attività di ricerca in corso per la quantificazione del bilancio di carbonio di ecosistemi forestali italiani tramite la tecnica di misura diretta degli scambi a scala di copertura (*eddy covariance*). La tecnica misura lo scambio netto di ecosistema che quantifica il bilancio annuale tra carbonio assorbito tramite la fotosintesi e rilasciato dai processi respirativi e di decomposizione. In Italia, dove, nel 1993-94 nella faggeta di Collelongo (Aq) è stata installata la prima stazione europea di questo genere, sono attive 15 stazioni su ecosistemi forestali di diversa tipologia: dalla macchia mediterranea, a fustaie di latifoglie e conifere, a boschi cedui e in conversione sino a piantagioni forestali, gran parte delle quali fanno parte della rete del progetto FISR CarboItaly.

Le ricerche hanno consentito di determinare il bilancio di carbonio di diversi ecosistemi forestali italiani, di studiarne la risposta ai parametri climatici e la variabilità interannuale. La prosecuzione di queste ricerche consentirà di ottenere importanti risultati sulla dinamica a medio e lungo termine del bilancio del carbonio di alcune foreste italiane, anche in risposta ai cambiamenti climatici ed alle attività di gestione forestale.

Parole chiave: bilancio del carbonio, scambi a livello di ecosistema, produttività netta di ecosistema, ecosistemi forestali.

Key words: carbon budget, canopy fluxes, net ecosystem productivity, forest ecosystems.

Mots clés: budget du carbone, échanges au niveau d'écosystème, productivité nette d'écosystème, écosystème forestiers.

1. INTRODUZIONE

Il bilancio del carbonio è una relazione del tipo bilancio di massa che tiene conto degli ingressi (input), delle uscite (output) e dell'immagazzinamento (storage) del carbonio nei vari compartimenti di un sistema biologico e del suo ambiente fisico. I confini del sistema possono riferirsi a organismi semplici (singoli alberi), a ecosistemi (popolamenti forestali) arrivando fino a intere regioni e all'intero pianeta (Apps e Price, 1996). Fra tutti questi livelli esistono connessioni ed interrelazioni, sia a livello eco-biologico che di scambi, ed è sempre più sentito il bisogno di effettuare passaggi di scala delle risposte ottenute dai livelli inferiori a quelli superiori (Ehleringer e Field, 1993; Jarvis, 1995).

I ricercatori forestali sono sempre stati interessati alla produzione primaria delle foreste ed alla comprensione dei meccanismi ecofisiologici del suo controllo. L'interesse scientifico per una quantificazione più dettagliata del contributo degli ecosistemi vegetali al bilancio del carbonio globale, ha avuto un particolare impulso negli anni '70, quando, nell'ambito del Programma Biologico Internazionale (IBP), furono iniziati gli studi per la stima della produttività primaria della biosfera (Lieth e Whittaker, 1975). Da allora, tramite perfezionamenti successivi si è determinato che le foreste, pur ricoprendo poco più del 30% della superficie delle terre emerse, contengono oltre l'80% del carbonio epigeo e circa il 40% di quello presente nel suolo e sono sede di circa il 50% della produttività delle terre emerse (Melillo *et al.*, 1993; De Angelis e Scarascia Mugnozza, 1995).

Va sottolineato che la determinazione del contributo degli ecosistemi forestali al ciclo globale del carbonio deve confrontarsi con le difficoltà legate ad una stima di tutte le sue componenti, sia epigee (fusto, rami, foglie) che a livello del suolo (lettiera, humus, radici) (Cannell, 1982). Per questi motivi, la disponibilità di dati sperimentali non è ampia (Lieth e Whittaker, 1975; Reichle, 1981); inoltre, le

stime di produttività primaria netta (NPP) possono essere affette da incertezze ed errori, spesso sono limitate alla sola produttività epigea e varie possono essere le metodologie utilizzate (Cannell, 1982; Lyssaert *et al.*, 2007).

Da circa 15-20 anni, lo sviluppo della tecnica di misura degli scambi di massa ed energia tra ecosistemi vegetali ed atmosfera (*eddy covariance*) consente di effettuare misure al di sopra di ecosistemi vegetali. La tecnica di misura è caratterizzata da un'ampia integrazione spaziale (alcuni ettari in ambito forestale) e temporale, dato che può operare a scala oraria, giornaliera, stagionale, annuale e plurianuale e consente di studiare il ruolo del clima e di altre determinanti ecologiche e di gestione forestale nella determinazione del bilancio del carbonio di ecosistemi forestali (Baldocchi, 2003).

La regione mediterranea rappresenta una delle aree critiche del globo negli scenari dei futuri cambiamenti globali, eppure i dati provenienti da ecosistemi situati in questa regione, risultano relativamente limitati sia dal punto di vista degli studi classici (Visonà *et al.*, 1975; Leonardi e Rapp, 1980; Calamini *et al.*, 1983; Scarascia Mugnozza *et al.*, 2000) che da quello degli studi più avanzati, con tecniche integrate (Valentini *et al.*, 1996, Valentini, 2003; Ciais *et al.*, 2005; Marino *et al.*, 2005). In questa ottica acquista rilevanza lo studio quantitativo dei processi funzionali degli ecosistemi forestali più importanti ed estesi di questa regione.

2. CENNI METODOLOGICI

L'obiettivo di questo lavoro non è quello di descrivere in dettaglio la tecnica di misura degli scambi a livello di copertura forestale *eddy covariance*, per la quale si rimanda a lavori di riferimento (Baldocchi, 2003; Aubinet *et al.*, 2000; Marino *et al.*, 2005) ma, piuttosto, quella di descrivere lo stato di questo tipo di misure nel nostro Paese e di fornire alcuni risultati esemplificativi e riassuntivi.

L'accumulo di carbonio da parte di una foresta corrisponde alla sua produttività netta di ecosistema (NEP), pari all'incremento di biomassa dei tessuti vivi, soprattutto legnosi, e di sostanza organica del terreno (humus), nell'arco di un dato periodo di tempo, solitamente un anno. La misura della NEP richiede quindi inventari successivi ed è limitata dalla sua laboriosità e, aspetto non secondario, dal fatto che è distruttiva. Ma poiché la NEP può anche essere considerata pari alla fotosintesi totale del bosco (GPP, Produttività Primaria Lorda) al netto della respirazione delle piante (autotrofa, R_A), della respirazione eterotrofa, cioè della decomposizione della lettiera epigea e ipogea e della sostanza organica del suolo (R_H), la sua determinazione può essere ottenuta misurando i processi di scambio gassoso (cioè la risultante tra fotosintesi e respirazione) tra copertura forestale ed atmosfera.

$$NEP = GPP - (R_A + R_H)$$

Gli scambi di carbonio tra l'ecosistema forestale e l'atmosfera vengono ormai frequentemente misurati con la tecnica della correlazione turbolenta (*eddy covariance*). Rispetto ad altre tecniche tradizionali, la tecnica non disturba l'ambiente al di sopra delle coperture e consente di effettuare misure continue. Essa ha le seguenti caratteristiche (Matteucci e Scarascia Mugnozza, 2007): i) consente la misura integrata degli scambi di carbonio e vapore acqueo su un'area estesa, rappresentativa di aree forestali; ii) fornisce stime di bilancio del carbonio (NEP) senza essere distruttiva; iii) può essere condotta su base temporale continua; iv) rispetto alla quantità ed al dettaglio dei dati forniti è relativamente poco costosa. Tra gli svantaggi e le incertezze si possono elencare: i) è richiesta una copertura abbastanza omogenea; ii) è di affidabilità limitata in condizioni di forte stabilità atmosferica, in particolare durante alcune notti; iii) presenta problemi in condizioni orografiche complesse.

L'applicazione della tecnica per la stima dei flussi di carbonio prevede l'installazione di una serie di strumentazioni all'interno dell'ecosistema oggetto di studio. La stazione micrometeorologica è costituita essenzialmente da due strumenti a risposta veloce, che consentono la stima diretta dei flussi di carbonio (e anche di vapore acqueo), e da altri sensori a risposta lenta per la misura di variabili ambientali di riferimento (temperatura, precipitazione radiazione, ecc.). Gli strumenti a risposta veloce sono l'anemometro ultrasonico, che rileva con frequenza elevata le tre componenti della velocità del vento, e un analizzatore per la misura della concentrazione di CO₂ e il vapore acqueo. L'anemometro ultrasonico e l'ingresso del tubo di campionamento per la CO₂ (o il sensore stesso se l'analizzatore è del tipo a cammino aperto) vanno posizionati alcuni metri sopra le chiome delle piante, generalmente facendo uso di torri a piani calpestabili. Nel caso di analizzatore a cammino chiuso, una pompa aspira l'aria atmosferica fino all'analizzatore. I dati vengono raccolti da un data-logger o da un computer portatile e successivamente elaborati.

Spesso, i siti dotati di questa strumentazione sono caratterizzati da un'elevata intensità di attività sperimentali, inclusi gli studi basati su tecniche di campionamento di biomassa e sostanza organica del suolo e altri che li rendono siti di ricerca intensiva sulla funzionalità e l'ecologia delle foreste.

3. RISULTATI

La prima stazione sperimentale di misura dello scambio netto di carbonio su foreste in Europa è stata installata in Italia, tra il 1993 ed il 1994, nella faggeta di Collelongo, ad opera dei ricercatori del Dipartimento di Scienze dell'Ambiente Forestale e delle sue Risorse dell'Università degli Studi della Tuscia, coordinati dal prof. Valentini e dal prof. Scarascia Mugnozza (Valentini *et al.*, 1996). Attualmente in Italia, sono attive 15 stazioni su foreste, dal Nord sino alla Calabria (tabella 1). Le stazioni sono installate su popolamenti forestali di diversa tipologia, da fustaie di faggio, quercia, di conifere miste, sia coetanee che disetanee, a cedui di leccio e cerro, a boschi in conversione, a piantagioni forestali sino a popolamenti di macchia mediterranea (tabella 1). Diverse di queste stazioni si caratterizzano per un approccio di ricerca a lungo termine che consente di valutare il ruolo degli andamenti climatici sul bilancio di carbonio a scala di ecosistema, nonché l'impatto di eventuali eventi estremi o di annate anomale. Molte delle stazioni ora attive in Italia sono inserite nella Rete del progetto FISR CarboItaly (Papale, 2007). Le Istituzioni coinvolte in questo tipo di ricerche sono diverse a partire da Istituti di ricerca del CNR (IBAF, IBIMET e ISAFOM), dipartimenti universitari (DISAFRI, Univ. della Tuscia), settori ricerca e ambiente di Amministrazioni Provinciali e Regionali (Prov. Bolzano, Fondazione Edmund Mach, I-PLA) e anche il Centro Comune di Ricerca della Commissione Europea (JRC, Ispra).

La tecnica misura fornisce lo scambio netto di carbonio a partire da dati raccolti ad alta frequenza (10 - 20 misure al secondo) e successivamente mediati per ogni mezz'ora. I dati possono poi essere cumulati su base giornaliera e per giorni successivi.

In figura 1 vengono riportati i dati giornalieri e cumulati misurati nella faggeta di Collelongo (AQ) nell'anno 2005. La convenzione micrometeorologica riporta i dati di assorbimento di carbonio da parte dell'ecosistema con segno negativo (carbonio sottratto all'atmosfera), mentre i dati di emissione sono riportati con il segno opposto (carbonio rilasciato in atmosfera).

È possibile apprezzare la dinamica dello scambio di carbonio di un ecosistema deciduo, montano, coetaneeforme e che si può considerare a maturità. Durante i primi mesi dell'anno, sino a circa metà Aprile, è presente solamente il termine di respirazione di mantenimento della biomassa e la respirazione eterotrofa che, per le basse temperature e il suolo coperto di neve, è limitata. In questo periodo, lo scambio netto giornaliero è di circa $0.5 \div 1 \text{ gC m}^{-2} \text{ day}^{-1}$ (fig. 1). Intorno al 20 Aprile, il trasferimento di sostanze di riserva tra le varie componenti (soprattutto gemme), il primo accrescimento delle radici fini, porta ad un picco di emissione di carbonio da respirazione fino a $3.5 \div 4 \text{ gC m}^{-2} \text{ day}^{-1}$, valore che rimarrà il più alto dell'anno. All'inizio di Maggio la faggeta comincia a spiegare le foglie e ad assorbire carbonio. Il primo giorno nel quale la fotosintesi della faggeta (GPP) è maggiore della respirazione, è il 10 Maggio. L'indice di area fogliare (LAI) a quella data è già circa $3 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ (D'Andrea, 2006). Da quel giorno, la faggeta aumenta il suo assorbimento giornaliero, grazie allo sviluppo del LAI e alle condizioni di temperatura, irradiazione e disponibilità idrica. Il massimo di assorbimento di carbonio,

con $-9 \div -10 \text{ gC m}^{-2} \text{ day}^{-1}$, si raggiunge tra il primi di Giugno e metà Luglio che si conferma come il periodo ottimale per la faggeta (Matteucci, 1998). Tra metà Luglio e metà Agosto, l'assorbimento è tendenzialmente minore a causa di un periodo di aridità e alle alte temperature. A Settembre, la pioggia, le temperature e l'inizio dei processi di senescenza, portano ad un minor scambio netto di carbonio, sia per minor fotosintesi che anche per una maggiore respirazione che, in particolare per il suolo, viene favorita dalla buona disponibilità idrica. L'ecosistema passa da essere assorbitore (*sink*) ad emettitore (*source*) di carbonio il 15 Ottobre 2005, con un valore di circa $1 \text{ gC m}^{-2} \text{ day}^{-1}$ (fig. 1). Da notare come, da metà Ottobre a fine Novembre, la respirazione si più sostenuta rispetto a quella del periodo Gennaio – Marzo. Questo è in parte dovuto alle temperature più alte ma anche alla ampia disponibilità di lettiera al suolo in seguito alla caduta delle foglie. Nel 2005, su base annuale, il sistema ha assorbito $-645.7 \text{ gC m}^{-2} \text{ day}^{-1}$, pari a circa 6.5 tonnellate di carbonio ad ettaro. Da segnalare che questa misura è stata ottenuta con il 78% di dati direttamente misurati, mentre la restante parte è stata ricostruita con tecniche di *gap-filling*, secondo gli standard del progetto europeo CarboEurope-IP (Reichstein *et al.*, 2005; Papale *et al.*, 2006).

Per confronto, in figura 2, si riportano gli andamenti misurati in una piantagione di pino laricio della Sila Greca nel corso del 2006. L'ecosistema è sempreverde e, pur situato in montagna, a 1100 m s.l.m., può godere di condizioni meteorologiche relativamente favorevoli. Per questo motivo sono stati misurati solamente 36 giorni in cui la pineta ha emesso carbonio verso l'atmosfera, 34 dei quali prima del 3 Marzo 2006. A parte qualche picco tra fine Maggio ed inizio Giugno, i valori massimi di assorbimento sono risultati leggermente minori rispetto a quelli della faggeta ($-8 \text{ gC m}^{-2} \text{ day}^{-1}$) ed il periodo ottimale è anticipato tra inizio Maggio e metà Giugno (fig. 2). In estate, relativamente secca e calda, l'assorbimento cala a valori di $-3 \div -4 \text{ gC m}^{-2} \text{ day}^{-1}$ mentre in autunno e primi mesi invernali l'ecosistema continua ad essere attivo ma a tassi più bassi ($-1.5 \div -2.5 \text{ gC m}^{-2} \text{ day}^{-1}$). Su base annuale la pineta risulta avere assorbito

circa 10 tC per ettaro (60% valori misurati direttamente, 40% *gap-filling*). Per questo sito il valore non si distanzia di molto da quello riportato in un precedente lavoro per il 2003-2004 (Marino *et al.*, 2005). Tali valori risultano notevolmente alti e sono in corso studi per verificarne l'incertezza. In particolare si segnala che l'andamento topografico del sito potrebbe portare ad una sottostima dei valori notturni di respirazione per il fenomeno dell'advezione (Aubinet *et al.*, 2003) e, conseguentemente, ad una sovrastima dell'assorbimento annuale.

4. CONCLUSIONI

I risultati provenienti dai vari siti installati in Italia, che formano una rete estesa per lo studio della funzionalità degli ecosistemi forestali, hanno consentito alla ricerca forestale italiana di assumere un ruolo di rilievo a livello europeo e mondiale (Valentini *et al.*, 2000; Ciais *et al.*, 2005; Magnani *et al.*, 2007). Sulla base di serie pluriennali di dati, la capacità di sequestrare carbonio da parte delle nostre foreste (NEP) è stata mediamente stimata intorno a $4 \text{ tC ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ (Matteucci e Scarascia Mugnozza, 2007). Le oscillazioni interannuali sono molto ampie in funzione dell'andamento climatico ed in risposta agli stress. Ci sono, ovviamente, anche notevoli differenze in funzione della specie forestale, alla fertilità e all'impatto degli interventi gestionali.

Il monitoraggio continuo e di lungo termine delle foreste potrà fornire informazioni interessanti sui processi di adattamento e/o acclimatazione, consentendo di determinare quanto e se l'assorbimento di carbonio sia duraturo e non transiente. Inoltre, questo monitoraggio permetterà di verificare in termini qualitativi e quantitativi l'impatto degli eventi estremi e della gestione forestale sul ciclo del carbonio.

RINGRAZIAMENTI

Il presente lavoro è stato svolto nell'ambito del progetto FISR CarboItaly.

Sito	Coordinate	Altitudine m s.l.m.	Ecosistema	Anno installazione	Ente responsabile	Contatto
Collelongo (AQ)	41°52' N 13°38' E	1560	Fustaia di faggio coetaneiforme, 120 anni	1993(94) -	CNR-IBAF (Univ. Tuscia, DISAFRI sino al 2003)	Giorgio Matteucci giorgio.matteucci@isafom.cs.cnr.it
Castelporziano (RM)	41°42' N, 12°22' E	15	Lecceta in conversione, 55 anni	1996 -	Univ. Tuscia – DISAFRI	Dario Papale darpap@unitus.it
Renon (BZ)	46°35' N, 11°26' E	1730	Bosco misto disetaneo (peccio, pinto silverstre)	1997 -	Prov. di Bolzano, Ufficio Ambiente	Stefano Minerbi stefano.minerbi@provincia.bz.it
Arca di Noè (SS)	40°36' N, 8°09' E	28	Macchia mediterranea bassa	1999 -	CNR-IBIMET	Pierpaolo Duce p.duce@ibimet.cnr.it
San Rossore (PI)	43°43' N, 10°17' E	4	Piantagione di pino marittimo, 35 anni	1999 -	Joint Research Center, Ispra	Guenther Seufert guenther.seufert@jrc.it
Roccarespanpani (VT)	42°24' N, 11°55' E	234	Ceduo di cerro, tagliato nel 1998	2000 -	Univ. Tuscia – DISAFRI	Dario Papale darpap@unitus.it

(segue)

(segue Tabella 1)

La Mandria (TO)	45°09' N, 7°34' E	350	Querceto misto farnia e rubra	2001 -	IPLA (TO)	Fabio Petrella petrella@ipla.org
Nonantola (MO)	44°41' N, 11°05' E	25	Piantagione di lati- foglie nobili (effet- tuata nel 1992)	2001 -	CNR-IBIMET	Franco Miglietta f.miglietta@ibimet.cnr.it
Isola di Pianosa (LI)	42°05' N, 10°04' E	18	Macchia seconda- ria	2002 -	CNR-IBIMET	Francesco Vaccari f.vaccari@ibimet.cnr.it
Lavarone (TN)	45°57' N, 11°16' E	1353	Bosco misto dise- taneo (abete, pec- cio, faggio)	2002 -	Fondazione Edmund Mach	Damiano Gianelle gianelle@cealp.it
Roccarespampani (VT)	42°23' N, 11°55' E	224	Ceduo di cerro, 18 anni dal taglio	2002 -	Univ. Tuscia – DISAFRI	Dario Papale darpap@unitus.it
Tolfa (VT)	42°11' N, 11°55' E	473	Macchia a corbez- zolo	2003 -	Univ. Tuscia – DISAFRI	Dario Papale darpap@unitus.it
Bonis (Sila, CS)	39°28' N; 16°31' E	1100	Piantagione di pino laricio di 43 anni	2003 -	CNR-ISAFOM e IBAF	Giorgio Matteucci giorgio.matteucci@isafom.cs.cnr.it
Lecceto (GR)	43°18' N, 11°16' E	314	Ceduo matricinato di leccio, circa 18 anni	2005 -	CNR-IBIMET	Lorenzo Genesio Lorenzo.genesio@ibimet.cnr.it
Boschi di Carre- ga (PR)	44°43' N; 10°12' E	230	Querceto rovere- cerro in conversio- ne, 50 anni	2007 -	CNR-IBAF	Giorgio Matteucci giorgio.matteucci@isafom.cs.cnr.it
Zerbolò, Parco del Ticino (PV)	45°12' N, 9°03' E	60	Pioppeto (misure effettuate tra i 10 ed i 15 anni di età)	2002 – 2006	Joint Research Center, Ispra	Guenther Seufert guenther.seufert@jrc.it

Tabella 1. Denominazione, localizzazione, principali caratteristiche, istituzione responsabile e persona di contatto dei siti forestali italiani nei quali si effettuano misure di scambio netto di carbonio con la tecnica eddy covariance. I siti sono tutti attivi ad eccezione di Zerbolò che ha interrotto le misure nel 2006 dopo il taglio. L'istituzione responsabile e la persona di contatto sono quelli che risultano nel database dei progetti CarboItaly e CarboEurope-IP (<http://gaia.agraria.unitus.it/database>).

Table 1. Name, coordinates, main features, responsible institution and contact's person of italian forest sites where canopy fluxes of carbon are measured with the eddy covariance technique. The sites are all active except for Zerbolò, that closed measurements in 2006 after logging. Responsible institutions and contact's persons are those reported in the database of CarboItaly and CarboEurope-IP projects (<http://gaia.agraria.unitus.it/database>).

Tableau 1. Dénomination, localisation, principales caractéristiques, institution responsable et personne de contacte des sites forestiers italiens dans lesquels s'effectuent des mesures d'échange net de carbone avec la technique *eddy covariance*. Les sites sont tous actifs à l'exception de Zerbolò qui a interrompu les mesures en 2006 après la coupe. L'institution responsable et la personne de contacte sont qui résultent dans les database des projets CarboItaly et CarboEurope-IP (<http://gaia.agraria.unitus.it/database>).

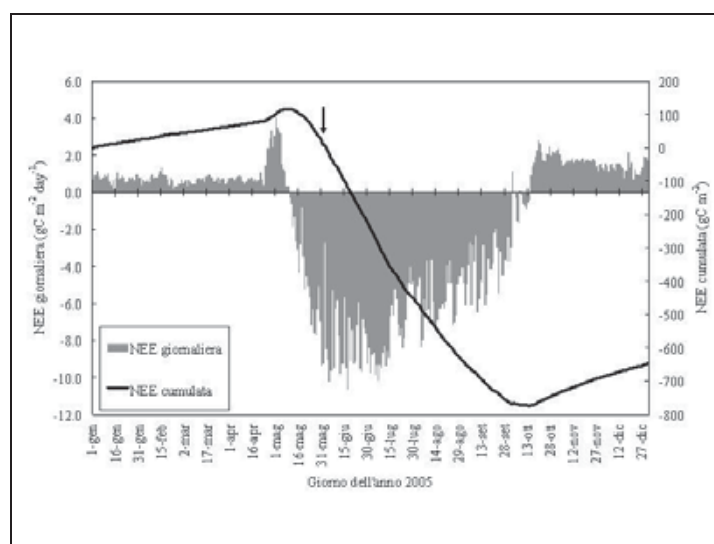


Figura 1. Andamenti dello scambio netto giornaliero ($\text{gC m}^{-2} \text{ day}^{-1}$, asse ordinate di sinistra, barre in grigio) e cumulato (gC m^{-2} , asse ordinate di destra, linea continua nera) di carbonio misurati nella faggeta di Collelongo (AQ) nel corso del 2005.

Figure 1. Trends of daily net carbon exchange ($\text{gC m}^{-2} \text{ day}^{-1}$, left y axis, grey bars) and cumulated values (gC m^{-2} , right y axis, black line) measured in the Collelongo (AQ) beech forest during 2005.

Figure 1. Trend de l'échange net journalier ($\text{gC m}^{-2} \text{ day}^{-1}$, gauche y asse, barres en gris) et cumulé (gC m^{-2} , droite y asse, ligne continue noire) de carbone mesurés dans l'hétraie de Collelongo (AQ) dans le cours de 2005.

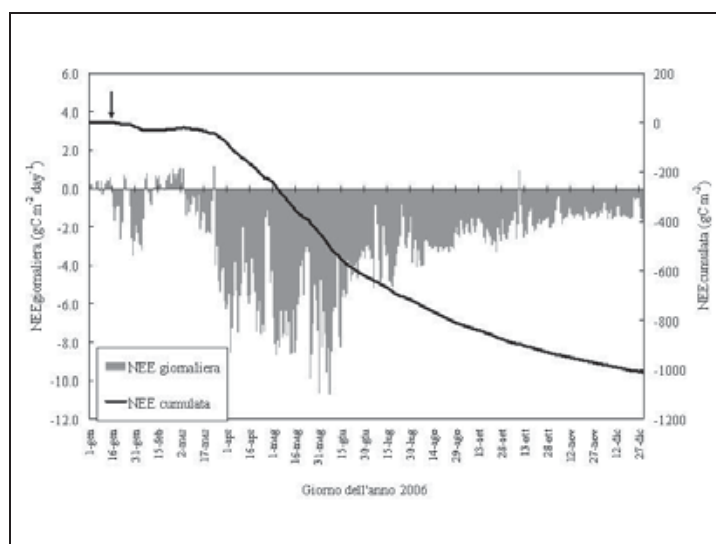


Figura 2. Andamenti dello scambio netto giornaliero ($\text{gC m}^{-2} \text{day}^{-1}$, asse ordinate di sinistra, barre in grigio) e cumulato (gC m^{-2} , asse ordinate di destra, linea continua nera) di carbonio misurati nella pineta del Bonis (CS) nel corso del 2006.

Figure 2. Trends of daily net carbon exchange ($\text{gC m}^{-2} \text{day}^{-1}$, left y axis, grey bars) and cumulated values (gC m^{-2} , right y axis, black line) measured in the Bonis pine forest during 2005.

Figure 2. Trend de l'échange net journalier ($\text{gC m}^{-2} \text{day}^{-1}$, gauche y asse, barres en gris) et cumulé (gC m^{-2} , droite y asse, ligne continue noire) de carbone mesurés dans la forêt de pin de Bonis (CS) dans le cours de 2005.

SUMMARY

CARBON BUDGET OF MEDITERRANEAN FOREST ECOSYSTEMS

The paper presents the research activities on carbon budget of forest ecosystems in Italy making use of the eddy covariance technique. The technique quantifies the net ecosystem exchange that represents the balance between carbon absorbed through photosynthesis and released via respiratory and decomposition processes. The first experimental site of this kind in Europe was installed in Italy, in the Collelongo beech forest, in 1993-94. Nowadays, flux towers are installed in 15 forest ecosystem types, ranging from mediterranean macchia to broadleaf and coniferous high stands, coppice stands and tree plantations. Most of the towers are included in the network of the FISR project CarboItaly.

Research activities ranged from quantification of ecosystem carbon balance, its interannual variability and responses to climate variables. In the future, it will be possible to investigate the medium- and long-term dynamics of carbon balance of some Italian forest ecosystems, also in response to climate change and forest management.

RÉSUMÉ

LE BUDGET DU CARBONE EN ECOSYSTEMES FORESTIERS MEDITERRANEENS

L'article présente des activités de recherche en cours pour la quantification du budget de carbone d'écosystèmes forestiers italiens par la technique de mesure directe des échanges à échelle de couverture (*eddy covariance*). La

technique mesure l'échange net d'écosystème qui quantifie le budget annuel parmi carbone absorbé par la photosynthèse et le émis des procès respirés et de décomposition. En Italie, où, en 1993-94 dans l'hetraie de Collelongo (Aq) elle a été installée les première site européennes de ce genre, sont actives 15 sites sur écosystèmes forestiers différents: de la maquis méditerranéenne, à fûtaie de espèces caduques et des conifères, à taillis et forêt en conversion jusqu'à à plantations forestières. Tres des sites son part du réseau de projette FISR CarboItaly.

Les recherches ont permis de déterminer le budget de carbone de différents écosystèmes forestiers italiens, d'en étudier les réponses aux paramètres climatiques et la variabilité interannuel. Les continuation de ces recherches permettra d'obtenir des importants résultats sur la dynamique à moyen- et long-terme du budget du carbone de quelques forêts italiennes, même dans répondu aux changements climatiques et aux activités de gestion forestière.

BIBLIOGRAFIA

- Apps M.J., Price D.T., 1996 - *Introduction*. In: «Forest Ecosystems. Forest management and the Global Carbon Cycle», a cura di Apps M.J., Price D.T. NATO ASI Series Vol. I 40, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York. Pp. 1-15.
- Aubinet M., Grelle A., Ibrom A., Rannik U., Moncrieff J., Foken T., Kowalski A.S., Martin P.H., Berbigier P., Bernhofer C.H., Clement R., Elbers J., Granier A., Grunwald T., Morgenstern K., Pilegaard K., Rebmann C., Snijders W., Valentini R. And Vesala T., 2000 - *Estimates of the Annual Net Carbon and Water Exchange of Forests: The EURO-FLUX Methodology*. Advances in Ecological Research 30: 113-175.

- Aubinet M., Heinesch B., Yernaux M., 2003 - *Horizontal and vertical CO₂ advection in a sloping forest*. *Boundary-Layer Meteorology* 108: 397-417.
- Baldocchi D., 2003 - *Assessing the eddy covariance technique for evaluating carbon dioxide exchange rates of ecosystems: past, present and future*. *Global Change Biology* 9: 479-492.
- Calamini G., Gregori E., Hermanin L., Lopresti R., Manolacu M., 1983 - *Studio di una faggeta dell'Appennino pistoiese: biomassa e produzione primaria netta epigea*. *Annali Istituto Sperimentale Studio e Difesa del Suolo XIV*: 193-214.
- Cannell M.G.R. (a cura di), 1982 - *World Forest Biomass and Primary Production Data*. Academic Press, London-New York. Pp. 1-391.
- Ciais P., Reichstein M., Viovy N., Granier A., Ogée J., Allard V., Aubinet M., Buchmann N., Bernhofer C., Carrara A., Chevallier F., Noblet N.D., Friend A.D., Friedlingstein P., Grünwald T., Heinesch B., Keronen P., Knohl A., Krinner G., Loustau D., Manca G., Matteucci G., Miglietta F., Ourcival J.M., Papale D., Pilegaard K., Rambal S., Seufert G., Soussana J.F., Sanz M.J., Schulze E.D., Vesala T., Valentini R., 2005 - *Europe-wide reduction in primary productivity caused by the heat and drought in 2003*. *Nature* 437: 529-533.
- D'Andrea E., 2006 - *Analisi dell'indice di area fogliare (LAI) in una faggeta abruzzese*. Tesi di Laurea di Primo Livello, Università degli Studi della Tuscia, Viterbo.
- De Angelis P., Scarascia Mugnozza G., 1995 - *Cambiamenti ambientali a scala globale: il ruolo degli ecosistemi forestali*. *L'Italia Forestale e montana* 5: 457-480.
- Ehleringer J.R., Field C.B. (a cura di), 1993 - *Scaling physiological processes: from leaf to globe*. Academic Press, San Diego, Pp. 1-388.
- Jarvis P.G., 1995 - *Scaling processes and problems*. *Plant, Cell and Environment* 18: 1079-1089.
- Leonardi S., Rapp M., 1980 - *Biomasse et composition minerale de Quercus ilex L. du Monte Minardo (Etna)*. *Archivio Botanico Biogeografico Italiano* 56 (1-2): 70-84.
- Lieth H., Whittaker R.H. (a cura di), 1975 - *Primary productivity of the biosphere*. *Ecological Studies* 14, Springer-Verlag, Berlin, 339 pp.
- Luyssaert S., Inglima I., Jung M., Richardson A.D., Reichstein M., Papale D., Piao S.L., Schulze E.D., Wingate L., Matteucci G., Aragao L., Aubinet M., Beer C., Bernhofer C., Black K.G., Donal D., Bonnefond J.-M., Chambers J., Ciais P., Cook B., Davis K.J., Dolman A.J., Gielen B., Goulden M., Grace J., Granier A., Grelle A., Griffis T., Grunwald T., Guidolotti G., Hanson P.J., Harding R., Hollinger D.Y., Huytra L.R., Kolari P., Kruijt B., Kutsch W., Lagergren F., Laurila T., Law B.E., Le Maire G., Lindroth A., Loustau D., Malhi Y., Mateus J., Migliavacca M., Misson L., Montagnani L., Moncrieff J., Moors E., Munger J.W., Nikinmaa E., Ollinger S.V., Pita G., Reibmann C., Rouspard O., Saigusa N., Sanz M.J., Seufert G., Sierra C., Smith M.-L., Tang J., Valentini R., Vesal T., Janssens I.A., 2007 - *CO₂ balance of boreal, temperate, and tropical forests derived from a global database*. *Global Change Biology* 13: 1-29.
- Magnani F., Mencuccini M., Borghetti M., Berbigier P., Berninger F., Delzon s., Grelle A., Hari P., Jarvis P., Kolari P., Kowalski A.S., Lankreijer H., Law B., Lindroth A., Loustau D., Manca G., Moncrieff J.B., Rayment M., Tedeschi V., Valentini R., Grace J., 2007 - *The human footprint in the carbon cycle of temperate and boreal forests*. *Nature*, 447: 848-850.
- Marino C., Manca G., Matteucci G., Scarascia Mugnozza G.E., 2005 - *Cambiamenti climatici nel mediterraneo: un caso di studio sul ciclo del carbonio in una pineta della Sicilia, Calabria*. *Forest@* 2, 52-65.
- Matteucci G., 1998 - *Bilancio del Carbonio in una Faggeta dell'Italia Centro-Meridionale: Determinanti Ecofisiologici, Integrazione a Livello di Copertura e Simulazione dell'Impatto dei Cambiamenti Ambientali*. Tesi di dottorato, Università degli Studi di Padova.
- Matteucci G., Scarascia Mugnozza G., 2007 - *Ecosistemi forestali e mitigazione dei cambiamenti ambientali: sequestro di carbonio in foreste italiane*. In: «Clima e cambiamenti climatici: le attività di ricerca del CNR», a cura di Carli B., Cavarretta G., Colacino M., Fuzzi S. ISBN 978-88-8080-075-0, pp. 709-712.
- Papale D., 2007 - *Il Progetto CARBOITALY: una rete nazionale per la misura dei sink forestali e agricoli italiani e lo sviluppo di un sistema di previsione dell'assorbimento dei gas serra*. *Forest@* 3 (2): 165-167.
- Papale D., Reichstein M., Aubinet M., Canfora E., Bernhofer C., Kutsch W., Longdoz B., Rambal S., Valentini R., Vesala T., Yakir D., 2006 - *Towards a standardized processing of Net Ecosystem Exchange measured with eddy covariance technique: algorithms and uncertainty estimation*. *Biogeosciences*, 3, 571-583.
- Reichle D.E. (a cura di), 1981 - *Dynamic Properties of Forest Ecosystems*. IBP 23, Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp. 683.
- Reichstein M., Falge E., Baldocchi D., Papale D., Aubinet M., Berbigier P., Bernhofer C., Buchmann N., Gilmanov T., Granier A., Grunwald T., Havrankova K., Ilvesniemi H., Dalibor J., Knohl A., Laurila T., Lohila A., Loustau D., Matteucci G., Meyer T., Miglietta F., Ourcival J.-M., Pumpanen J., Rambal S., Rotenberg E., Sanz M.J., Tenhunen J., Seufert G., Vaccari F., Vesala T., Valentini R., 2005 - *On the separation of net ecosystem exchange into assimilation and ecosystem respiration: review and improved algorithm*. *Global Change Biology* 11: 1424-1439.
- Scarascia Mugnozza G., Bauer G., Persson H., Matteucci G., Masci A., 2000 - *Tree biomass, growth and nutrient pools*. In: «Carbon and Nitrogen Cycling in European forest Ecosystems», a cura di Schulze E.-D. *Ecological Studies* 142, Springer Verlag, Heidelberg. Pp. 49-62.
- Susmel L., Viola F., Bassato G. (a cura di), 1976 - *Ecologia della lecceta del Supramonte di Orgosolo. III. Produzione primaria, produzione secondaria, condizioni attuali e possibilità di conservazione*. CEDAM - Padova. Pp. 1-261.
- Tirone G., Dore S., Matteucci G., Greco S., Valentini R., 2003 - *Evergreen Mediterranean forests: carbon and water fluxes, balances, ecological and ecophysiological determinants*. In: «Fluxes of Carbon, Water and Energy of European Forests», a cura di Valentini R. *Ecological Studies* 163, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, pp. 125-149.
- Valentini R., De Angelis P., Matteucci G., Monaco R., Dore S., Scarascia Mugnozza G.E., 1996 - *Seasonal net carbon dioxide exchange of a Beech forest with the atmosphere*. *Global Change Biology* 2: 199-207.
- Valentini R., Matteucci G., Dolman A.J., Schulze E.-D., Reibmann C., Moors E.J., Granier A., Gross P., Jensen N.O., Pilegaard K., Lindroth A., Grelle A., Bernhofer Ch., Grünwald T., Aubinet M., Ceulemans R., Kowalski A.S.,

Vesala T., Rannik Ü., Berbigier P., Loustau D., Guðmundsson J., Thorgeirsson H., Ibrom A., Morgenstern K., Clement R., Moncrieff J., Montagnani L., Minerbi S., Jarvis P.G., 2000 - *Respiration as the main determinant of carbon balance in European forests*. Nature, 404: 861-865.

Visonà L., Naviglio L., Simonetto L., Azzolini I., Giovannardi R., 1975 - *Researches on beech forest. I Structure and biomass of the beechwood in the Mount Terminillo IBP station, Monti Reatini, Lazio*. Annali di Botanica 34: 143-170.

RICERCHE ECOLOGICHE DI LUNGO PERIODO (LTER) NELLA RISERVA FORESTALE DELLA VALBONA (PANEVEGGIO, TN)

(*) *Dipartimento di Agronomia, Selvicoltura e Gestione del Territorio, Università degli Studi di Torino*

(**) *Dipartimento di Scienze e Tecnologie Ambientali Forestali, Università degli Studi di Firenze*

Nella riserva forestale della Valbona (Paneveggio, TN) nel periodo 1994-2004 sono state insediate 6 aree di studio permanenti (LTER - Long Term Ecological Research). La prima fase della ricerca è stata dedicata alla descrizione delle strutture e dell'origine dei popolamenti sia con metodologie dendroecologiche, sia con l'analisi di documenti storici, utilizzando come supporto dei GIS. In questo lavoro sono presentati i protocolli di rilievo dei più importanti processi ecologici che sono oggetto di studio nella Riserva della Valbona ed i principali risultati ottenuti in questi ultimi 15 anni. I risultati ottenuti hanno confermato l'importanza degli studi di lungo periodo sia per la conoscenza dei processi naturali e sia come dati di riferimento per la gestione sostenibile delle risorse naturali e, in particolare, per la gestione multifunzionale della foresta di montagna. Come riconoscimento della quantità e della qualità di ricerca svolta la Riserva della Valbona è stata inserita nel 2006 nella rete LTER italiana.

Parole chiave: LTER, riserva forestale della Valbona, selvicoltura naturalistica, storia dei popolamenti forestali.

Key words: LTER, Valbona forest reserve, naturalistic silviculture, stand history.

Mots clés: LTER, réserve forestière de Valbona, sylviculture proche de la nature, reconstruction de l'histoire des peuplements.

1. INTRODUZIONE

La ricerca ecologico-forestale ha una lunga tradizione nello studio di aree permanenti. Parcelle sperimentali sono state insediate a partire dal 19° secolo in diversi stati europei e, successivamente, di altri continenti. Queste hanno avuto inizialmente soprattutto una finalità colturale per la valutazione della produttività di diverse specie, provenienze o per il confronto tra diversi trattamenti selvicolturali. Solo in secondo tempo si è iniziato ad insediare aree permanenti con una valenza ecologica per studio delle successioni (Clements, 1916) mediante indagini diacroniche e lo studio delle dinamiche dei popolamenti forestali e dei regimi di disturbi naturali (Stallard, 1929; Sernander, 1936).

I risultati ottenuti da queste ricerche di lungo periodo sono stati utilizzati come modello di riferimento dalla selvicoltura, ed in particolare dalla selvicoltura che si definisce "naturalistica" che si pone l'obiettivo di imitare nelle foreste coltivate i processi di natalità (fase di rinnovazione) e di mortalità (fase di raccolta) che avvengono nelle foreste naturali (Susmel, 1956; Leibundgut, 1960; Ciancio *et al.*, 1999).

Se in un primo tempo la ricerca si è focalizzata soprattutto sull'analisi delle strutture e delle dinamiche a scala di popolamento, in un secondo tempo è aumentato l'interesse scientifico per la definizione di dinamiche a più ampia scala e, in particolare, del regime di disturbi naturali che caratterizzano una determinata regione o tipo di vegetazione (Pickett and White, 1985; Frelich, 2002). Questa ricerca si è sviluppata soprattutto in America settentrionale ed in altri continenti dove rimangono ampie superfici di foreste primarie e scarsamente modificate dall'influenza antropica.

In questi ultimi anni è fortemente aumentata la consapevolezza dei ricercatori del valore scientifico delle aree permanenti in quanto i processi funzionali degli ecosistemi avvengono a scale spaziali e temporali che necessitano approcci integrati e ricerche di lungo periodo (Likens, 1988; Foster *et al.*, 2003; Turner *et al.*, 2003). Un'area permanen-

te comporta un forte investimento iniziale ed acquisisce valore scientifico anno dopo anno, rilievo dopo rilievo con l'allungarsi della serie storica di dati disponibili. Da qui nasce l'esigenza di individuare il sito in modo da esaltarne la rappresentatività e di delimitare correttamente l'area e raccogliere ed archiviare i dati alle scadenze periodiche previste. In questi ultimi anni sono stati messi a disposizione dei ricercatori degli strumenti hardware e software che hanno permesso di fare un salto di qualità sia nelle fasi di raccolta ed archiviazione e sia nella fasi successive di elaborazione dei dati (Allen, 1994).

Nello stesso tempo l'importanza delle aree permanenti, inizialmente dedicate quasi esclusivamente allo studio diacronico delle successioni vegetali, si è ampliata ed ha interessato molti altri ambiti di ricerca come la gestione forestale, la pianificazione ecologico-territoriale, l'impatto dei cambiamenti climatici sugli ecosistemi e la gestione sostenibile delle risorse naturali (Christensen *et al.*, 1996; Swetnam *et al.*, 1999).

La molteplicità degli ambiti di ricerca e la necessità di utilizzare in modo efficace le risorse disponibili richiedono una adeguata distribuzione territoriale delle aree permanenti ed una attenta scelta dei parametri da rilevare e della frequenza di rilievo. Nello stesso tempo è di fondamentale importanza la diffusione e la condivisione delle informazioni in modo da favorire la valorizzazione dei dati raccolti e di individuare, sia dal punto di vista territoriale sia dal punto di vista scientifico, le priorità di ricerca e le eventuali lacune nelle conoscenze disponibili.

L'interesse nei confronti della ricerca e del monitoraggio di lungo periodo, la necessità di condividere protocolli di rilievo e di confrontare i dati, ha portato alla creazione, nel 1996, di reti nazionali (Hobbie *et al.*, 2003) e, in seguito, di una rete internazionale di siti di ricerca (Long Term Ecological Research, LTER). L'Italia ha aderito formalmente alla rete LTER nel 2006. Ad oggi, LTER-Italia consiste di un gruppo integrato di diciassette siti e di una struttura di

Coordinamento che risiede presso l'Ispettorato Generale del Corpo Forestale dello Stato ed è presieduta dal Dott. Bruno Petriccione. La Riserva della Valbona è entrata a fare parte della rete LTER-Italia nel 2007 come stazione di ricerca del sito "Foreste delle Alpi".

2. DESCRIZIONE DELL'AREA

La Riserva della Valbona si trova nella Foresta Demaniale di Paneveggio. La foresta appartiene alla Provincia Autonoma di Trento ed è localizzata all'interno del Parco Naturale di Paneveggio-Pale di S. Martino. La foresta Demaniale di Paneveggio ha una superficie di 3491 ha ed è estesa tra 1400 m s.l.m. e 2700 m s.l.m. nel bacino del torrente Travignolo in Val di Fiemme. Le precipitazioni annuali variano tra 1207 mm a Paneveggio (1508 m s.l.m.), e 1316 mm a Passo Rolle (2002 m s.l.m.) e la temperatura media annua a Passo Rolle è di 2.4 °C.

L'ecologia e la selvicoltura dell'abete rosso sono state studiate a Paneveggio già a partire dalla metà del 19° secolo (Wessely, 1853). Più recentemente le ricerche sono state riprese negli anni '50 con una descrizione della pedologia della foresta effettuata da Mancini (Mancini, 1959) e poi, a partire dal 1960, con una serie di indagini sullo stato della rinnovazione, sulla produzione di seme, sulle condizioni microambientali e con esperimenti rivolti a chiarire il ruolo del substrato e della radiazione solare sulla nascita e la crescita dei semenzali (Piusi, 1965, 1970; Cavada and Piusi, 1974; Piusi, 1976, 1979, 1984, 1986). Quest'ultimo gruppo di indagini è proseguito senza interruzioni fino al giorno d'oggi. Per la Foresta di Paneveggio è inoltre disponibile una delle più lunghe serie di Piani di Assestamento forestale per le Alpi italiane: il primo piano di Assestamento forestale è stato infatti redatto nel 1847 (anche se il primo attualmente disponibile è del 1874) ma documenti relativi alle modalità di gestione forestale praticate a Paneveggio sono già disponibili per l'inizio del 19° secolo. Proprio al fine di valorizzare la lunga tradizione della ricerca, in occasione della revisione del Piano d'Assestamento della Foresta di Paneveggio avvenuta nel 1990 è stata istituita una Riserva Forestale nella valle del torrente Valbona (Della Giacomina *et al.*, 1996). La riserva ha una superficie di 123 ha ed è estesa tra i 1560 m s.l.m. ed i 1880 m s.l.m. Di questa Riserva circa il 65% (73,7 ha) è stato destinato a Riserva Integrale, con l'esclusione di qualsiasi intervento selvicolturale ed il monitoraggio dell'evoluzione naturale dei popolamenti forestali, mentre la restante parte è stata destinata a Riserva speciale per la ricerca ecologico-selvicolturale. All'interno della Riserva Integrale, ed in parte al suo esterno, sono state definite 6 aree di monitoraggio per lo studio delle dinamiche forestali passate, dell'influenza antropica sulle attuali strutture e di monitoraggio intensivo della dinamica forestale. All'interno della Riserva la vegetazione forestale è costituita da peccete pure (*Picea abies* (L.) Karst.) con sporadica presenza di altre specie fino a circa 1900 m s.l.m. descritte come *Homo-gyno-Piceetum subalpinum myrtilletosum* (Di Tommaso, 1984). Al di sopra dei 1900 m l'abete rosso è più frequentemente accompagnato da larice (*Larix decidua* Mill.) e pino cembro (*Pinus cembra* L.) fino a formare popolamenti misti ascrivibili all'associazione *Calamagrostio villosae-Pinetum cembrae piceetosum* (Filipello *et al.*, 1980). In

questi settori altitudinali sono presenti anche alcuni popolamenti di pino mugo (*Pinus mugo* Turra) in purezza o con sporadica presenza di larice.

3. METODI

All'interno ed in prossimità della Riserva nel periodo 1993-2004 (1993 le prime 4 e 2004 le ultime due) sono state delimitate sei aree di studio permanenti aventi la superficie di 1 ha (100 x 100 m). Le aree scelte sono rappresentative rispettivamente di peccete subalpine monostratificate (aree 1 e 2), peccete subalpine pluristratificate (area 3), bosco misto di abete rosso, larice e cembro (area 4), limite superiore del bosco con larice, abete rosso, pino cembro e pino mugo (area 5) e limite altitudinale superiore degli alberi (area 6).

Operativamente si è proceduto con la seguente metodologia: all'interno delle aree tutti gli alberi con diametro a petto d'uomo superiore ai 7.5 cm, i tronchi di alberi morti in piedi, i tronchi a terra e le ceppaie (utilizzando la stessa soglia di campionamento) sono stati mappati con una stazione totale. In ogni singolo individuo sono stati misurati diametro, altezza, altezza di inserimento della chioma, proiezione della chioma al suolo in 4 direzioni ed è stata prelevata una carota mediante succhiello di Pressler ad un'altezza di 50 cm. La rinnovazione (individui compresi tra 10 cm di altezza e 7.5 cm di diametro) sono stati mappati in un transect di 20 x 100 m. I dati sono stati trasferiti su di un G.I.S. (Fig. 1). Nelle aree 1-4 si sono ripetute le misurazioni nel corso del 2005.

In queste aree di studio permanenti il primo passo della ricerca è consistito nel descrivere le attuali strutture dei popolamenti forestali e nello studiare la storia dei popolamenti forestali sia utilizzando metodologie dendroecologiche sia attraverso l'analisi di documenti storici (Motta *et al.*, 1999, 2002). Nel corso del 2003 è stata effettuata in 68 punti di campionamenti distribuiti in modo uniforme una analisi della struttura dei popolamenti forestali (Berretti *et al.*, 2004) ed una valutazione qualitativa e quantitativa del legno morto (Coarse woody debris) presente nella Riserva (Motta *et al.*, 2006a).

4. RISULTATI

Le aree permanenti 1 e 2 (Tabella 1) sono monostratificate e si sono insediate dopo un disturbo che ha rimosso una parte significativa del popolamento precedente (nel 1820 circa l'area 1 e nel 1780 circa l'area 2). Il popolamento residuo è stato quindi eliminato in un secondo disturbo verificatosi dopo alcuni decenni. L'area 1 è stata oggetto di tagli colturali fino al 1984. L'area 2 ha subito modesti disturbi nel 1940 circa. Documenti d'archivio fanno riferimento per la prima parte del 19° secolo a tagli rasi successivamente a tagli successivi con un turno di circa 160 anni. Il taglio di sgombero veniva effettuato circa 20 anni dopo il taglio di sementazione.

L'area 3 è pluristratificata e disetanea (con età che raggiungono i 300 anni). In questi ultimi tre secoli l'abete rosso si è insediato in modo continuo sia nel tempo e sia nello spazio. Il popolamento ha subito dei disturbi poco intensi e distribuiti nel tempo. Questo fatto unitamente alla struttura delle età ed alle informazioni raccolte dai documenti

d'archivio permette di ipotizzare che il popolamento è stato gestito mediante dei tagli a scelta (Plenterbetrieb) o più correttamente dei tagli commerciali cioè interventi saltuari nel tempo in cui venivano prelevati solo gli individui di interesse economico.

Anche l'area 4 è pluristratificata e disetanea. A differenza dell'area 3 in questo popolamento il 90% degli individui presenti si è insediato negli ultimi 90 anni (a partire dal 1920 e quindi negli anni immediatamente successive la prima Guerra mondiale). Anche in questo caso I database biologici e le informazioni raccolte nei documenti storici permettono di ipotizzare che l'area è stata, fino all'inizio del 20° secolo, un pascolo arborato che, in seguito all'abbandono o alla pratica estensiva del pascolo, si è gradualmente trasformata in bosco nel corso di alcuni decenni.

L'area 5 ha localizzata al limite superiore del bosco ed ha una storia simile a quella dell'area 4. Questo popolamento è ricco di alberi vecchi (aventi più di 400 anni) e di necromassa. La densità è inferiore rispetto all'area 4 in quanto il popolamento è ancora attualmente pascolato in modo saltuario.

L'area 6 è localizzata ai limiti superiori degli alberi. In questo caso il popolamento è molto giovane e si è quasi completamente insediato nell'ultimo secolo. Anche in questo caso l'abbandono o la diminuzione dell'intensità del pascolo può essere la causa principale delle dinamiche osservate.

5. DISCUSSIONE

I risultati delle ricerche effettuate evidenziano come i processi di mortalità e di natalità (insediamento di rinnovazione) in questi ultimi 2-3 secoli sono stati controllati, direttamente o indirettamente, dalle attività antropiche come evidenziato in diversi settori delle Alpi (Motta *et al.*, 2006b; Bolli *et al.*, 2007; Vittoz *et al.*, 2008). Non ci sono infatti correlazioni tra le variazioni repentine di accrescimento osservate negli anelli annuali di accrescimento (releases che sono le testimonianze di disturbi naturali ed antropici) ed insediamento di rinnovazione forestale. Il forte aumento di densità dei popolamenti forestali (dalle quote inferiori fino al limite del bosco) e l'espansione del bosco verso l'alto (come evidenziato dall'area al limite superiore degli alberi) sono principalmente legate alle modifiche di uso del suolo da parte dell'uomo (ad esempio l'abbandono o la forte diminuzione della pressione del pascolamento). I processi di crescita (misurati come incrementi radiali) sono invece ben correlati con il clima e, in particolare, con le temperature estive (Carrer *et al.*, 2007). In generale i pro-

cessi attuali sono di difficile interpretazione e, soprattutto, non è possibile identificare delle precise relazioni causa-effetto a causa della contemporaneità di diversi fattori quali la drastica diminuzione del disturbo antropico, la fine della piccola era glaciale, l'aumento della presenza di CO₂ in atmosfera, le deposizioni azotate ed il cambiamento climatico (Hättenschwiler *et al.*, 2002; Guiot *et al.*, 2005; Magnani *et al.*, 2007).

In conclusione l'insediamento delle aree permanenti di studio nella Riserva della Valbona ha permesso di acquisire importanti informazioni sull'ecologia e sulla dinamica naturale delle peccete e dei popolamenti misti subalpini e di predisporre un protocollo per il monitoraggio di lungo periodo di diversi processi naturali.

Questi popolamenti possono essere utilizzati come riferimenti per i popolamenti gestiti al fine di valutare gli effetti e le conseguenze, di breve e lungo periodo, che l'azione dell'uomo ed i cambiamenti climatici può avere sui popolamenti e, più in generale, sugli ecosistemi forestali.

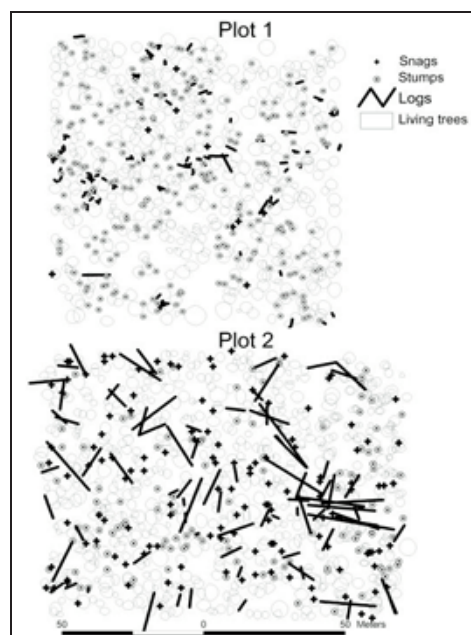


Figura 1. Struttura spaziale delle aree permanenti 1 e 2.
Figure 1. Spatial pattern in the permanent plots 1 and 2.
Figure 1. Structure spatiale dans les placettes permanentes 1 et 2 de Valbona.

	Specie	Altitudine [m s.l.m.]	N. alberi* [n ha ⁻¹]	Area basimetrica [m ² ha ⁻¹]	Volume [m ³ ha ⁻¹]	Volume CWD [m ³ ha ⁻¹]	Rinnovazione# [n ha ⁻¹]	Età individuo più vecchio [anni]
Area 1	<i>Picea abies</i>	1695	476	64.6	946.1	28.2	1525	265
Area 2	<i>Picea abies</i>	1815	510	73.7	977.4	83.6	100	453
Area 3	<i>Picea abies</i>	1865	532	43.4	368.6	30.6	2245	303
Area 4	<i>Picea abies</i> , <i>Larix decidua</i> , <i>Pinus cembra</i>	1970	1021	38.6	255.8	22.4	4380	395

(segue)

(segue Tabella 1)

Area 5	<i>Picea abies</i> , <i>Larix decidua</i> , <i>Pinus cembra</i>	2130	320	30.0	191.6	24.5	2545	423
Area 6	<i>Picea abies</i> , <i>Larix decidua</i> , <i>Pinus cembra</i>	2230	101	5.3	14.2	0.2	420	157
*Individui aventi diametro a 130 cm di altezza ≥ 7.5 cm. #Individui aventi altezza > 10 cm e diametro a 130 cm di altezza < 7.5 cm. Tutte le aree hanno una superficie di 1 ha con l'eccezione dell'area 2 che ha una superficie di circa 1.3 ha.								

Tabella 1. Parametri dendrometrici e strutturali delle 6 aree permanenti della Riserva forestale della Valbona.

Table 1. Site and stand characteristics of the 6 permanent plots of the Valbona forest reserve.

Tableau 1. Description générale des peuplements dans les 6 placettes permanentes de la Réserve forestière.

SUMMARY

LONG-TERM ECOLOGICAL RESEARCH (LTER) IN THE VALBONA FOREST RESERVE (PANEVEGGIO, TN, ITALY)

In the Valbona forest Reserve six long-term 1 ha ecological permanent plots have been established. The first step of the research was carried out using biological (tree rings) and historical archives and using GIS and remote sensing. The simultaneous analysis of multiple lines of evidence permitted speculation about the origin of stands and allowed us to identify the major disturbances undergone by each stand. The results supported the recognition of the importance of land-use history and its legacies: the presence of human activity necessitates intensive investigations of the multiple lines of evidence provided by written records and biological archives. The results confirmed also that long-term ecological research is particularly valuable for understanding dynamics over long time periods and placing these dynamics in a regional context. Besides these plots are a valuable support for research towards effective sustainable management of mountain forests and natural resources. The Valbona forest reserve joined the LTER Italian network in 2006.

RÉSUMÉ

RECHERCHE ECOLOGIQUE A LONG TERME (LTER) DANS LA RESERVE FORESTIERE DE VALBONA (PANEVEGGIO, TN, ITALIE)

Dans la Réserve forestière de Valbona nous avons établie (1994-2004) une étude à l'échelle du peuplement forestier basée sur six placettes permanentes (LTER - Long Term Ecological Research) ayant 1 ha de surface. L'étude repose sur trois méthodes utilisées conjointement : la dendrochronologie, la méthode historique proprement dite, et la méthode d'analyse spatiale en utilisant un Système d'Information Géographique (SIG). Les placettes permanentes ont permis l'étude des perturbations et des processus de la dynamiques naturelle, dans le temps, au pas de temps annuel, et dans l'espace, Les résultats ont confirmée l'importance des études de long terme soit pour la connaissance des processus naturels, soit comme base de donnés pour aménager correctement et durablement la

multifonctionnalité des forêts de montagne. La Réserve de la Valbona à partir de 2006 est entrée a faire partie du réseaux LTER italien.

BIBLIOGRAFIA

- Allen C.D., 1994. *Ecological perspective: linking ecology, GIS and remote sensing to ecosystem management*. In: Sample, A.V. (Ed.), *Remote Sensing And GIS In Ecosystem Management*. Island Press, Whashington D.C., Pp. 111-139.
- Berretti R., Lingua E., Motta R., Piussi P., 2004. *Classificazione strutturale dei popolamenti forestali nella riserva forestale integrale della Valbona a Paneveggio (TN)*. L'Italia Forestale e Montana 59, 99-118.
- Bolli J.C., Rigling A., Bugmann H., 2007. *The influence of changes in climate and land-use on regeneration dynamics of Norway spruce at the treeline in the Swiss Alps*. Silva Fennica 41, 55-70.
- Carrer M., Nola P., Eduard J.L., Motta R., Urbinati C., 2007. *Regional variability of climate-growth relationships in Pinus cembra high elevation forests in the alps*. Journal of Ecology (Oxford) 95, 1072-1083.
- Cavada E., Piussi P., 1974. *Osservazioni sull'innevamento in un taglio raso a buca*. Italia Forestale e Montana 29, 74-79.
- Christensen N.L., Bartuska A.M., Brown J.H., Carpenter S., Antonio C.D., Francis R., Franklin J.F., Macmahon J.A., Noss R.F., Parsons D.J., Peterson C.H., Turner M.G., Woodmansee R.G., 1996. *The report of the ecological society of America committee on the scientific basis for ecosystem management*. Ecological Applications 6, 665-691.
- Ciancio O., Corona P., Iovino F., Menguzzato G., Scotti R., 1999. *Forest management on a natural basis: the fundamentals and case studies*. Journal of Sustainable Forestry 1/2, 59-72.
- Clements F.E., 1916. *Plant succession: an analysis of the development of vegetation*. Carnegie Institute, Washington D.C.
- Dellagiacomma F., Motta R., Piussi P., 1996. *Ricerche sull'ecologia della pecceta subalpina nella foresta di Paneveggio (TN)*. Dendronatura, 17, 77-86.
- Di Tommaso P.L., 1984. *Contributo ad una tipologia floristico-ecologica della foresta di Paneveggio (Trento). Versante settentrionale e conclusioni generali*. Annali dell'Accademia Italiana di Scienze Forestali 33, 217-239.
- Filipello S., Sartori F., Vittadini M., 1980. *Le associazioni*

- del cembro nel versante meridionale dell'arco alpino. 2. La vegetazione: aspetti forestali.* Atti Ist. Bot. Lab. Critt. Univ. Pavia 6 (14), 1-46.
- Foster D., Swanson F., Aber J., Burke I., Brokaw N., Tilman D., Knapp A., 2003. *The importance of land-use legacies to ecology and conservation.* Bioscience 53, 77-88.
- Frellich L.E., 2002. *Forest dynamics and disturbance regimes.* Cambridge University Press, Cambridge.
- Guiot J., Nicault A., Rathgeber C., Edouard J.L., Guibal F., Pichard G., Till C., 2005. *Last-millennium summer-temperature variations in western Europe based on proxy data.* Holocene 15, 489-500.
- Hättenschwiler S., Handa T., Egli L., Asshoff R., Ammann W., Körner C., 2002. *Atmospheric CO2 enrichment of alpine treeline conifers.* New Phytol. 156, 363-375.
- Hobbie J.E., Carpenter S.R., Grimm N.B., Gosz J.R., Seasted T.R., 2003. *The US long term ecological research program, 2003,* 53, 1. Bioscience 53, 21-32.
- Leibundgut H., 1960. *Risultati delle ricerche in foreste vergini europee.* Ann. Acc. Ital. Sci. For. 9, 277-287.
- Likens G.E., 1988. *Long-term studies in ecology: approaches and alternatives,* New York.
- Magnani F., Mencuccini M., Borghetti M., Berbigier P., Berninger F., Delzon S., Grelle A., Hari P., Jarvis P.G., Kolari P., Kowalski A.S., Lankreijer H., Law B.E., Lindroth A., Loustau D., Manca G., Moncrieff J.B., Rayment M., Tedeschi V., Valentini R., Grace J., 2007. *The human footprint in the carbon cycle of temperate and boreal forests.* Nature (London) 447, 848-850.
- Mancini F., 1959. *I terreni della foresta di Paneveggio.* Ann. Acc. Ital. Sci. For. 8, 373-454.
- Motta R., Berretti R., Lingua E., Piussi P., 2006a. *Coarse woody debris, forest structure and regeneration in the Valbona forest reserve, Paneveggio, Italian Alps.* Forest Ecol. Manage. 235, 155-163.
- Motta R., Morales M., Nola P., 2006b. *Human land-use, forest dynamics and tree growth at the treeline in the western Italian alps.* Ann. For. Sci. 63, 739-747.
- Motta R., Nola P., Piussi P., 1999. *Structure and stand development in three subalpine Norway spruce (Picea abies (L.) Karst.) stands in Paneveggio (Trento, Italy).* Global Ecology and Biodiversity 8, 455-473.
- Motta R., Nola P., Piussi P., 2002. *Long-term investigations in a strict forest reserve in the eastern Italian alps: spatio-temporal origin and development in two multi-layered sub-alpine stands.* J. Ecol. 90, 495-507.
- Pickett S.T.A., White P.S., 1985. *The ecology of natural disturbance and patch dynamics.* Academic Press, New York.
- Piussi P., 1965. *Alcune osservazioni ed esperienze sulla rinnovazione naturale di picea nella foresta di Paneveggio (Trento).* Ann. Acc. Ital. Sci. For. 14, 345-400.
- Piussi P., 1970. *Indagini sull'ecologia dei semenzali di picea.* Giorn. Bot. Ital. 104, 193-214.
- Piussi P., 1976. *Observations sur l'age et la croissance en diametre de certains epiceas de haute montagne. beiheft zu den zeitschriften des schweiz, Forstvereins* 57, 66-73.
- Piussi P., 1979. *Nuovi studi sulla rinnovazione delle peccete nella Val di Fiemme.* Memorie del Museo Tridentino di Scienze Naturali 23, 113-169.
- Piussi P., 1984. *La rinnovazione naturale da seme in foresta, con particolare riferimento ad alcuni tipi di bosco Italiani.* Giorn. Bot. Ital. 118, 119-142.
- Piussi P., 1986. *La rinnovazione della pecceta subalpina.* Le Scienze 215, 58-67.
- Sernander R., 1936. *Granskär och fiby urskog, en studie över stormluckornas och marbuskarnas betydelse i den svenska granskogens regeneration (The primitive forests of Granskär and Fiby).* Acta Phytogeographica Suecica 8, 1-232.
- Stallard H., 1929. *Secondary succession in the climax forest formations of Northern Minnesota.* Ecology 10, 476-547.
- Susmel L., 1956. *Caratteri comparati delle abetine primarie delle Alpi Dinariche e delle abetine secondarie delle Alpi Orientali Italiane.* Ann. Acc. Ital. Sci. For. 5, 115-146.
- Swetnam T.W., Allen C.D., Betancourt J.L., 1999. *Applied historical ecology: using the past to manage for the future.* Ecological Applications 9, 1189-1206.
- Turner M.G., Collins S.L., Lugo A.E., Magnuson J.J., Rupp T.S., Swanson F.J., 2003. *Disturbance dynamics and ecological response: the contribution of long-term ecological research.* Bioscience 53, 46-56.
- Vittoz P., Rulence B., Largey T., Frelèchoux F., 2008. *Effects of climate and land-use change on the establishment and growth of cembran pine (Pinus cembra L.) over the altitudinal treeline ecotone in the Central Swiss Alps.* Arctic, Antarctic, And Alpine Research 40, 225-232.
- Wessely J., 1853. *Die Österreinchischen Alpländer und ihre forste.* Braunmüller, Wien.

FORESTE E SUOLI DEL PIEMONTE NELLA MITIGAZIONE DELL'EFFETTO SERRA

(*) Istituto per le piante da legno e l'ambiente, I.P.L.A., Torino

(**) Regione Piemonte, Direzione economia montana e foreste, Settore politiche forestali

In questo lavoro viene descritto un approccio integrato all'analisi delle riserve e dei possibili incrementi in carbonio negli ecosistemi seminaturali del Piemonte mediante misure dirette, stime con modelli e funzioni, e monitoraggio.

I metodi utilizzati sono coerenti con il protocollo di Kyoto e le sue applicazioni (Report IPCC 2000), mentre i dati di base sono forniti dagli Inventari Regionali Forestale e Pedologico della Regione Piemonte-IPLA e dall'Inventario Nazionale (IFNI85).

I risultati ottenuti dimostrano come le riserve in carbonio del suolo in Piemonte siano significativamente più elevate (175Mt del solo strato superficiale, 0-30 cm) di quelle forestali, che considerando biomassa, necromassa e lettiera non superano le 80Mt.

Inoltre si registrano importanti quantità di carbonio globalmente stoccate in ecosistemi non soggetti a cambiamento d'uso (querco-carpineti dell'alta pianura al Parco La Mandria di Venaria Reale), circa 3 t/ha/anno, e quasi altrettanto nel solo suolo per l'arboricoltura in sostituzione al seminativo.

Parole chiave: Kyoto, bilancio carbonio, politiche agroforestali ecocompatibili.

Key words: Kyoto, carbon balance, agroforestry politics, ecocompatibility.

Mots clés: Kyoto, bilan carbone, politiques agroforestières éocompatibles.

1. LA RICERCA IPLA-REGIONE PIEMONTE NELL'AMBITO DEL PROTOCOLLO DI KYOTO

La sfida ecologica più importante del nuovo millennio è il controllo delle emissioni dei gas considerati responsabili dell'effetto serra in atmosfera. Al fine di minimizzare il rischio ambientale causato dai possibili cambiamenti climatici, secondo numerosi studi scientifici già in atto, giocano un ruolo fondamentale la conoscenza e la gestione del carbonio e dei cicli energetici naturali e antropici ad esso collegati.

Gli ecosistemi terrestri, dopo quelli marini, costituiscono un importante anello nel ciclo globale del carbonio e possono fungere da depositi (sink) o da sorgenti (source) di anidride carbonica a seconda delle condizioni naturali e della gestione antropica.

Gli organismi tecnici e politici internazionali che si occupano da circa 15 anni del problema attraverso le tappe della conferenza di Rio de Janeiro del 1992 e poi con l'ormai famoso Protocollo di Kyoto del 1997, ratificato dall'Italia in ambito europeo e poi nazionale (legge n.10 del 1.6.2002), hanno varato un complesso sistema per il calcolo e la valutazione delle emissioni, oggetto di periodiche verifiche e integrazioni con le conferenze delle parti (COP/MOP) che si tengono annualmente.

In questa ottica è di fondamentale importanza la contabilizzazione dei cosiddetti crediti di carbonio, cioè la quantificazione dei potenziali incrementi nell'assorbimento di CO₂ da parte dei "sink", che possono essere utilizzati per ridurre i costi legati al superamento delle emissioni ammesse dal Protocollo per ciascun Stato.

L'accordo di Kyoto e i successivi sviluppi hanno portato a definire e regolamentare anche il cosiddetto "carbon trading", il mercato dei crediti, che amplia ulteriormente le prospettive di impostazione dei Piani Energetici, da quelli internazionali a quelli nazionali fino a quelli regionali e subregionali, in quanto sarà possibile scambiare i crediti con permessi di emissione.

L'IPLA si inserisce ormai da alcuni anni nell'ambito tecnico-scientifico progettuale internazionale (progetto Carboeurope) di supporto al "decision making" regionale e nazionale, avendo tra l'altro attivato una stazione di monitoraggio degli scambi gassosi fra atmosfera e sistema foresta-suolo, con il contributo finanziario della Regione Piemonte. Il sistema, monitorato direttamente dalla sede IPLA con collegamento remoto, consente il controllo "on-line" degli scambi di CO₂ e i primi bilanci del carbonio annuali misurati direttamente in ambito regionale piemontese.

Parallelamente l'Istituto si occupa da tempo della definizione delle metodologie e della realizzazione di inventari e di cartografie pedologiche e forestali sia a scala regionale sia locale, con livelli di dettaglio tali da consentire un calcolo piuttosto preciso dei sink di carbonio, il cui utilizzo può essere considerato a livello di regione-pilota per le negoziazioni dell'Italia in sede internazionale.

A partire dal 2004, sempre finanziate dalla Regione Piemonte, queste attività hanno avuto anche come obiettivo la valutazione della capacità di fissazione del carbonio da parte dell'insieme dei boschi e dell'arboricoltura da legno piemontesi, in base ai dati inventariali e cartografici derivati dai PFT, unitamente alle informazioni pedologiche necessarie al bilancio globale del carbonio secondo le metodologie ufficiali. L'approfondimento ha interessato le valutazioni a livello di singole categorie forestali, estendendo altresì le analisi al comparto dell'arboricoltura da legno. Con questo lavoro si è inteso attivare il monitoraggio dei flussi di carbonio in funzione dei diversi tipi di interventi selvicolturali previsti in una gestione sostenibile dei boschi e degli impianti di arboricoltura da legno, quale sistema di controllo ed integrazione dei dati inventariali degli stock di carbonio regionali.

Si è quindi iniziata un monitoraggio ed una sperimentazione/valutazione pluriennale su diverse tipologie di interventi selvicolturali rappresentativi in 5 (Castagneto, Robinieto, Lariceto, Faggeta, Boschi di neoformazione) delle cate-

gorie forestali più diffuse (secondo le indicazioni dei Piani Forestali Territoriali regionali - PFT) in modo da analizzarne gli effetti sul bilancio netto delle emissioni (capacità di assorbimento di carbonio - emissioni correlate agli interventi). Ai 5 siti forestali sono stati aggiunti numerosi altri siti di impianto di arboricoltura da legno, sui quali si è applicata la stessa metodologia di campionamento.

2. ASPETTI METODOLOGICI

Il rilevamento dei dati di campagna per quanto riguarda la stima della biomassa e del carbonio in bosco ha riguardato la misura e la stima di elementi fisici sul terreno secondo un protocollo di rilievo ipotizzato a priori a partire dalla fonti bibliografiche consultate e con aggiustamenti in corso d'opera per permettere l'adattamento della metodologia alle condizioni stagionali impreviste.

I riferimenti bibliografici principali per quanto riguarda la stima della biomassa sono stati le "Good Practice Guidance for LULUCF" (IPCC, IGES, 2003), gli sviluppi degli studi del gruppo di lavoro "Carboitaly" (Protocollo di campionamento per la determinazione dei pool di carbonio del suolo, Ilaria Inghima e M. Francesca Cotrufo, Dip. di Scienze Ambientali, Seconda Università di Napoli) e gli approfondimenti del corso svoltosi a S. Vito di Cadore nel giugno 2006 "Stima del carbonio in foresta: metodologie e aspetti normativi" (Pilli, 2006). I parametri analizzati sono stati suddivisi secondo le categorie LULUCF biomassa epigea, biomassa ipogea, necromassa, lettiera, suolo.

Il rilevamento del carbonio al suolo è avvenuto secondo la metodologia descritta in: "Validation of the EU Soil Sampling Protocol to verify the changes of Organic Carbon stock in mineral soil (Piemonte Region, Italy) (EUR 22339 EN, 41pp. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg)".

3. I SITI PIEMONTESI

Per la valutazione degli stock di carbonio e dell'effetto di diversi indirizzi d'interventi selvicolturali sotto il profilo degli effetti sul bilancio netto delle emissioni (capacità di assorbimento di carbonio - emissioni correlate agli interventi) sono state scelte le categorie forestali più diffuse a livello regionale secondo le indicazioni dell'inventario e dalle carte tematiche forestali del Piemonte, redatte nell'ambito dei Piani Forestali Territoriali regionali - PFT., da cui per emerge il quadro riassunto nella Tabella 1.

4. ANALISI

I campioni di biomassa e necromassa, lettiera e suolo, prelevati secondo le metodiche precedentemente descritte, sono stati tutti conferiti al laboratorio dell'IPLA e qui sottoposti ad analisi secondo specifiche metodiche di seguito descritte, contenute nei metodi ufficiali di analisi riportati in bibliografia.

5. RISULTATI

In questo capitolo vengono prima riportati i dati delle analisi del carbonio nella biomassa e nei suoli e successi-

vamente i relativi commenti e confronti con dati di riferimento in Tabella 2.

La seguente Tabella 3, riassume i calcoli di stock di carbonio relativi a tutte le foreste piemontesi, basati sui dati dell'inventario regionale a cui sono stati applicati i coefficienti di calcolo ufficiali (Modello For-est, Federici et al., 2006) per APAT, compresi suolo e lettiera.

In successive elaborazioni dei dati inventariali dei suoli (da SIP, Sistema Informativo Pedologico, gestito dal Settore Suolo dell'IPLA), si è calcolato il valore medio dello stock di carbonio dei suoli forestali piemontesi, pari a 93t/ha ovvero 9,3 Kg/m².

Questo risultato dimostra l'affidabilità dei calcoli effettuati da For-est (Federici, 2006) sulla base di pochi dati puntuali di carbonio nel suolo derivati da campionamenti nazionali.

Per quanto riguarda un primo confronto, a carattere del tutto indicativo, fra gli stock di carbonio dei suoli misurati nei siti e il dato di riferimento medio regionale, sempre relativo allo strato 0-30 cm, soltanto il suolo del castagneto di Issiglio si situa sopra la media, con un valore di 14,8 Kg/m².

Di poco inferiore alla media regionale il carbonio del suolo del lariceto di Pragelato (7,8 Kg/m²), mentre tutti gli altri impianti hanno suoli con valori medi uguali o inferiori a 6 Kg/m², valore prossimo alla media del contenuto di carbonio dei suoli di pianura (in prevalenza agrari), che è pari a 5,5 Kg/m².

Per quanto riguarda invece i dati di biomassa appare evidente, sia dal confronto con il dato medio globale di biomassa epigea (5,8 Kg/m²) a livello regionale della tabella 3, sia con il dato medio regionale per categoria forestale (riportato in Tabella 5), che gli stock di 3 siti forestali sono nettamente superiori (Tabella 4): Issiglio, Passerano e Pragelato, mentre il quercocarpinetto di Trino è in media con il dato regionale.

Si evidenzia che la scelta dei siti è stata soggettiva e mirata a rappresentare non tanto la media regionale, concetto spesso astratto e derivato da situazioni tra loro assai diverse, bensì a valutare i boschi tra i migliori per fertilità e accessibilità, in condizioni di maturità. Sono questi gli unici casi in cui nelle attuali condizioni socio-economiche vi è una gestione attiva economicamente sostenibile, e quindi la possibilità di confrontare concrete alternative selvicolturali senza dovere ricorrere a interventi totalmente finanziati e quindi più astratti.

Riguardo ai robinieti si ritiene che buona parte dei popolamenti piemontesi abbiano la possibilità di raggiungere tali livelli di biomassa se lasciati sviluppare fino verso i 30 anni di età.

Per i castagneti la situazione presa in esame non è significativamente superiore alla media regionale; comunque i popolamenti che esprimono valori inferiori in genere non sono presi in considerazione per la gestione attiva, tenuto conto del basso valore unitario degli assortimenti ricavabili.

I lariceti sono invece tra i migliori, ed in particolare la presenza del pino cembro, specie sciafila che si sviluppa bene sotto il lariceto adulto, consente una concentrazione di biomassa epigea per unità di superficie superiore a quella dei più diffusi lariceti puri; la presenza del pino cembro come si è detto è in aumento e molti lariceti hanno la po-

tenzialità di ospitarlo purché siano presenti in zona piante portaseme.

6. PRIME VALUTAZIONI SUGLI INCREMENTI DI CARBONIO NELLE BIOMASSE E NEL SUOLO

Sulla base di prime indicazioni metodologiche (Stolvo-boy, 2006) si sono individuate le condizioni gestionali per le quali si hanno i massimi e i minimi di stock (negli impianti arboricoli il minimo è individuato dal valore di carbonio nel suolo agrario corrispondente), sia di biomassa sia di suolo e si è calcolato l'incremento potenziale ottenibile in funzione del ciclo temporale scelto. Tale calcolo è stato effettuato per ottenere incrementi potenziali di carbonio relativi a tutto il sistema suolo/soprassuolo (Tabella 6), alle sole biomasse (Tabella 7) e al suolo (Tabella 8).

Per quanto riguarda l'arboricoltura bisogna precisare che l'incremento migliore ottenibile a Poirino/Villanova è con la consociazione pioppo bianco - farnia e che la significativa differenza incrementale nel suolo rispetto all'impianto di arboricoltura di Trino, può essere in parte spiegata con la differente gestione, in quanto l'interramento con lavorazioni di erpicatura della lettiera porta sicuramente ad un maggiore accumulo di carbonio nel suolo.

In ogni caso il suolo dell'impianto di Villanova/Poirino è quello che in assoluto ha il potenziale più alto di assorbimento, e comunque interessanti sono anche i potenziali di incremento dei suoli a Trino e Passerano.

Le misure di flusso invece effettuate dalla stazione di Eddy Covariance del Parco La Mandria indicano per il periodo 2003-2007 assorbimenti netti di carbonio, ciò significa che il bosco di quercu-carpineto dell'alta pianura agisce come 'sink' cioè come serbatoio che assorbe più CO₂ di quanto ne emette. Per quanto riguarda gli assorbimenti annuali il bilancio globale di ecosistema fornisce una media di carbonio assorbito pari a 0,3 Kg/m², congruente con i dati misurati con il campionamento diretto di suolo e biomassa.

Considerazione finale è che appare evidente il grande potenziale dei suoli, già per altro parzialmente verificato, di accumulo negli impianti arboricoli, che partono da condizioni di ampio depauperamento della sostanza organica. In ogni caso anche nei siti forestali appare rilevante la quota potenziale di carbonio ancora assorbibile dal suolo, potenziale dimostrato dai dati di Eddy Covariance che indicano assorbimenti significativi anche in un bosco maturo come il quercu-carpineto dell'alta pianura, in gran parte attribuibili all'azione di 'sink' del suolo.

Macrocategorie	Superficie [ha]	Provvigione [m ³ /ha]	Incremento corrente [m ³ /ha/anno]	Superficie gestione attiva	Superficie destinazioni produttive	Ripresa potenziale [m ³ /anno]
Castagneti	204.368	220	8,3	89%	84%	1.230.900
Faggete	135.770	204	5,6	56%	67%	337.200
Querceti e Ostrieti	133.244	133	5,7	66%	58%	288.600
Robineti	108.136	111	8,1	86%	82%	403.000
Boschi di neoformazione	100.779	124	5,5	34%	50%	91.500
Lariceti	79.536	184	2,7	31%	33%	79.800
Pinete	36.789	207	5,8	61%	45%	76.900
Arbusteti	34.317	36	1,1	1%	4%	-
Abetine e Peccete	24.046	317	5,6	61%	52%	80.600
Formazioni igrofile	17.675	166	7,7	42%	24%	34.600
Totale	874.660	175	5,8	62%	62%	2.623.100

Tabella 1. Riassunto per macrocategorie forestali dei dati dell'inventario regionale realizzato per i PFT.
Table 1. Summary of the regional inventory according to forestry macro categories.

USO SUOLO/SITO	MASSA EPIGEA	MASSA IPOGEA	NECRO-MASSA	LETTIERA	SUOLO	TOTALE GENERALE
	Kg/m ²	Kg/m ²	Kg/m ²	Kg/m ²	Kg/m ²	Kg/m ²
ZONA PASSERANO MARMORITO (AT)						
robiniato ceduo maturo a regime	n.d.	n.d.	n.d.	0,6	4,5	n.d.
robiniato ceduo appena tagliato con modalità ordinarie	0,30	1,29	0,20	0,4	4,0	6,2
robiniato misto a latifoglie invecchiato, prima del taglio	14,95	3,55	2,99	0,6	7,6	29,7
robiniato misto a latifoglie trattato con gestione sostenibile a 1 anno dal taglio	9,91	3,54	0,40	0,4	7,6	21,9
ZONA TRINO (VC)						
quercu-carpineto planiziale adulto prima del taglio a scelta	8,66	2,19	1,00	0,6	2,6	15,1
quercu-carpineto planiziale adulto dopo il taglio a scelta	8,06	2,20	0,89	0,6	2,5	14,2
suolo nudo su area di ex risaia	0,00	0,00	0,00	n.d.	3,2	3,2
rimboschimento con specie autoctone	1,30	0,41	0,01	n.d.	6,1	7,8
ZONA ALTOPIANO DI POIRINO (TO-AT)						
suolo nudo su area coltivata a mais coltura di mais	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4,0	4,0
arboricoltura da legno con farnia e ciavardello consociati a carpino bianco (ads1)	0,20	0,08	0,00	n.d.	4,3	4,6
arboricoltura da legno con farnia consociata a pioppo bianco (ads2)	2,34	0,69	0,00	n.d.	3,8	6,8

(segue)

(segue Tabella 2)

ZONA CANAVESE-VALCHIUSELLA (TO)						
castagno ceduo adulto a regime (ads2+3)	8,41	2,14	0,56	0,2	15,7	27,0
castagno ceduo tagliato a raso con rilascio di matricine a gruppi (ads3)	1,17	2,14	0,48	0,2	15,7	19,7
castagno a turno lungo trattato con dir. suc. - primo diradamento (ads2)	4,53	2,14	0,48	0,2	15,7	23,0
castagno a turno lungo trattato con dir. suc. - 2° dir. prima del taglio (ads 1)	7,83	2,00	0,59	0,2	13,9	24,5
castagno a turno lungo trattato con dir. suc. - 2° dir. dopo il taglio (ads 1)	5,46	2,00	0,48	0,2	13,9	22,0
ZONA VAL CHISONE (TO)						
lariceto maturo indisturbato	14,17	3,38	0,34	0,3	8,1	26,3
lariceto utilizzato con taglio raso a buche (ads 2)	3,12	3,38	0,83	0,3	7,5	15,1
lariceto utilizzato con taglio a scelta	8,04	3,38	1,37	0,3	7,5	20,6
AMIAANTIFERA DI BALANGERO						
pendice con sterili di cava	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,8	0,8
pendice rivegetata con interventi di recupero ambientale	3,56	1,00	0,07	0,4	1,9	6,9

Tabella 2. Quadro riassuntivo degli stock di carbonio delle 5 frazioni, secondo metodo IPCC.

Table 2. Summary of carbon stocks according to IPCC methods.

	contenuto di carbonio			
	t	t/ha	Kg/m ²	%
Biomassa epigea	53.435.516	58,0	5,8	34,7
Biomassa ipogea	9.876.222	11,0	1,1	6,4
Necromassa	7.671.837	8,0	0,8	4,4
Lettiera	6.832.876	7,0	0,7	50,5
Totale parziale	77.816.451	84,0	8,4	50,5
Suolo (0-30 cm)	76.370.706	82,6	8,3	49,5
Totale globale	154.187.157	166,6	16,7	n.d.

Tabella 3. Stock di carbonio globali delle foreste piemontesi.

Table 3. Global carbon stocks of Piedmont woods.

<i>tipologia inventario</i>	<i>superficie</i>	<i>C epigeo</i>
	ha	Kg/m ²
Peccete	8.825	7,8
Abetine	15.218	8,1
Lariceti	79.504	6,3
Pinete di pino silvestre	14328	6,4
Pinete di pino uncinato	2669	2,8
Pinete di pino marittimo	806	4,1
Rimboschimenti	18995	6,3
Acero-tiglio-frassinetti	40849	6,4
Arbusteti planiziali, collinari e montani	2547	0,6
Boscaglie pioniere di invasione	59946	3,8
castagneti	194.270	6,8
Alneti planiziali e montani	5200	5,8
formazioni riparie	12472	4,4
Robineti	108138	4,5
Quercu-carpineti	35047	8,2
Querceti di roverella	42768	4,1
Ostietti	12.899	3,6
Querceti di rovere	38577	6,2
cerrete	3964	6,8
faggete	135762	8,5
arbusteti subalpini	31766	1,2
pioppi	45.747	3,8
altre latifoglie	3.449	3,2
conifere	488	2,4
castagneti da frutto	10.116	10,6
totale	924.348	6
altre latifoglie	3.449	3,2
conifere	488	2,4
castagneti da frutto	10.116	10,6
totale	924.348	6

Tabella 4. Media regionale dello stock di carbonio per categoria forestale.

Table 4. Regional averages of forestry categories in carbon stocks.

Sito	Biomassa epigea Rif. Media reg. generale (Kg/m ²)	Biomassa epigea Rif. Media reg. categoria (tab.15) (Kg/m ²)	Biomassa epigea misurata Dato misurato (Kg/m ²)
Lariceto (Pragelato)	5,8	6,3	14,9
Castagneto (Issiglio)	5,8	6,8	8,2
Robinetto (Passerano-Marmorito)	5,8	4,5	14,2
Quercu-carpinetto (Trino)	5,8	8,2	8,7

Tabella 5. Confronto fra stock di carbonio della biomassa epigea da dati misurati e dati medi regionali.
Table 5. Comparison between epigeous biomass measured data and regional data averages.

	VALUTAZIONI INCREMENTALI BIOMASSE					rif. Gestione max	rif. Gestione min
	MAX Kg/m ²	MIN Kg/m ²	ciclo anni	incr. annuo Kg/m ² t/ha			
robinieto	21,5	13,9	15	0,51	5,1	robinieto misto a latifoglie invecchiato, prima del taglio	robinieto misto a latifoglie invecchiato, dopo il taglio
arboricoltura Trino	1,7	0,0	12	0,14	1,4	piantagione s.q.	coltivazione a riso
arboricoltura Poirino	3,0	0,0	7	0,43	4,3	piantagione s.q.	coltivazione a mais
castagneto	11,1	3,8	21	0,35	3,5	castagneto ceduo adulto a regime (ads2+3)	castagneto ceduo tagliato a raso con rilascio di matricine a gruppi (ads3)
lariceto	17,9	12,8	25	0,20	2,0	lariceto maturo indisturbato	lariceto con taglio a scelta (ads1)
pino nero	4,6	0,0	20	0,23	2,3	pendice rivegetata con interventi di recupero ambientale	pendice con sterili di cava

Tabella 6. Calcolo degli incrementi potenziali di stock di carbonio nelle biomasse dei siti monitorati.
Table 6. Carbon stocks potential increments in the biomasses of monitored sites.

	VALUTAZIONI INCREMENTALI TOTALI					rif. Gestione max	rif. Gestione min
	MAX Kg/m ²	MIN Kg/m ²	ciclo anni	incr. annuo Kg/m ² t/ha			
robinieto	29,7	21,9	15	0,52	5,2	robinieto misto a latifoglie invecchiato, prima del taglio	robinieto misto a latifoglie invecchiato, dopo il taglio
arboricoltura Trino	7,8	3,2	12	0,38	3,8	piantagione s.q.	coltivazione a riso
arboricoltura Poirino	6,8	4,0	6	0,47	4,7	piantagione s.q.	coltivazione a mais
castagneto	27,0	19,7	21	0,35	3,5	castagneto ceduo adulto a regime (ads2+3)	castagneto ceduo tagliato a raso con rilascio di matricine a gruppi (ads3)
lariceto	26,3	20,6	25	0,23	2,3	lariceto maturo indisturbato	lariceto con taglio a scelta (ads1)
pino nero	6,9	0,8	20	0,31	3,1	pendice rivegetata con interventi di recupero ambientale	pendice con sterili di cava

Tabella 7. Calcolo degli incrementi potenziali di stock globale di carbonio dei siti monitorati.
Table 7. Global carbon stocks potential increments of monitored sites.

	VALUTAZIONI INCREMENTALI SUOLI				
	MAX Kg/m ²	MIN Kg/m ²	ciclo anni	incr. annuo Kg/m ² t/ha	
robinieto	7,6	4,0	15	0,24	2,4
arboricoltura Trino	6,1	3,2	12	0,24	2,4
arboricoltura Poirino	5,9	4,0	7	0,27	2,7
castagneto	16,6	13,9	21	0,13	1,3
lariceto	8,1	7,5	25	0,02	0,2
pino nero	1,9	0,8	20	0,06	0,6

Tabella 8. Calcolo degli incrementi potenziali di stock di carbonio dei suoli presenti nei siti monitorati.
Table 8. Soil carbon stocks potential increments of monitored sites.

SUMMARY

CARBON STOCKS AND INCREMENTS IN THE SEMINATURAL PIEDMONTESE ECOSYSTEMS

This work describes an integrated approach to define carbon stocks and increments in the seminatural Piedmontese ecosystems, by monitoring, measurement and estimation.

Used methods are coherent with the Kyoto protocol and its applications (IPCC Report 2000), moreover databases are extracted from the Pedological and Forestry Regional Inventory of the Piedmontese Region-IPLA and from the National Forestry Inventory (IFNI85).

Obtained results show a higher amount of soil carbon stocks in Piedmont (175 Mt in the topsoil, 0-30 cm) compared with the forestry carbon stocks, which are around 80 Mt, biomass, necromass and litter included.

Moreover significant amounts of global stocks are measured even in ecosystems not subjected to use changes, around 3 t/ha/yr, as well as in the soil only, under wood arboriculture after cropland.

RÉSUMÉ

ANALYSE DES RESERVES ED DES ACCROISSEMENTS POSSIBLES EN CARBONE DANS LES ECOSYSTEMES SEMI-NATURELS DU PIEMONT

Dans ce travail il y a la description d'une approche intégrée à l'analyse des réserves ed des accroissements possibles en carbone dans les écosystèmes semi-naturels du Piémont au moyen de mesures directes et d'estimations avec des modèles et des fonctions et des monitorages.

Les méthodologies adoptées sont cohérentes avec le protocole de Kyoto et ses applications (Report IPCC 2000), tandis que les données de base ont été fournies par les Recensements forestiers et pédologique régionales de la Région Piémont et de l'IPLA ed par le Recensement national (IFNI85). Les résultats obtenus démontrent que les réserves en carbone du sol du Piémont sont de façon significative plus élevées (175Mt de la seule couche superficielle, 0-30 cm) que celles forestières, qui, en prenant en considération la biomasse, la nécromasse et la litière, ne dépassent pas le 80Mt. On registre en outre d'importantes quantités de carbone globalement stockées dans des écosystèmes qui ne sont pas sujets à des changements d'emploi (chêne - carpinet de l'haute plaine dans le Parc La Mandria di Venaria reale), 3 t/ha par année et presque autant dans le seul sol pour l'arboriculture en substitution de l'emblavure.

BIBLIOGRAFIA

Cairns M.A., Brown S., Helmer E.H., Baumgardner G.A., (1997). *Root biomass allocation in the world's upland forests*, *Oecologia* 111: 1-11, Springer-Verlag.

Castellani C., Scrinzi G., Tabacchi G., Tosi V., (1988). *Inventario Forestale Nazionale. Sintesi metodologica e risultati. Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste. Istituto Sperimentale per l'Assessmento Forestale e per l'Alpicoltura. Trento, 461 pp.*

Federici S., Vitullo M., Tulipano S., De Lauretis R., Valentini R., Seufert G. *A new approach to estimate carbon stocks change in forest carbon pools under the UNFCCC: the Italian case.* *Climate Policy Journal*, James & James/Earthscan. In corso di pubblicazione.

Harmon M.E., Sexton J., (1996). *Guidelines for Measurements of Woody Detritus in Forest Ecosystems US LTER Network Office*, University of Washington, Seattle, 1996.

Inglisma I., Cotrufo M.F., Progetto Carboitaly, (2006). *Protocollo di campionamento per la determinazione dei pool di carbonio del suolo*, Dip. di Scienze Ambientali, Seconda Università di Napoli.

Intergovernmental Panel on Climate Change. *Good Practice Guidance for Land Use, Land Use Change and Forestry*, IGES 2003.

Masci A., Hajny M., Bascietto M., Matteucci G. *Biomassa epigea in una cronosequenza di faggio in Turingia (Germania), Proceedings of the workshop on "Biomass and NPP determination by harvest: harmonising methods and protocols within CARBOEUROPE" organised within CARBOEUROPE by the FORCAST project in cooperation with University of Tuscia*, Viterbo and held at Viterbo and Collelongo (Italy) from November 8th to 11th, 2000.

Matteucci G., Masci A. FORCAST project, *Sampling protocol for aboveground tree biomass in forests, Proceedings of the workshop on "Biomass and NPP determination by harvest: harmonising methods and protocols within CARBOEUROPE" organised within CARBOEUROPE by the FORCAST project in cooperation with University of Tuscia*, Viterbo and held at Viterbo and Collelongo (Italy) from November 8th to 11th, 2000.

McKenzie N. et al. *Sampling, Measurement and Analytical Protocols for Carbon Estimation in Soil, Litter and Coarse Woody Debris' National Carbon Accounting System*, Technical Report No. 14, September 2000, The Australian Greenhouse Office.

Ministero delle Risorse Agricole e Forestali, (1994). *Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo.*

Ministero per le Politiche Agricole, (1997). *Metodi di analisi fisica del suolo.* Franco Angeli Editore, Milano.

Ministero delle Politiche Agricole e Forestali, Osservatorio Nazionale Pedologico e per la Qualità del Suolo, 2000. *Metodi di analisi chimica del suolo.* Franco Angeli Editore, Milano.

Mollicone D., Federici S., (2005). *La stima delle superfici forestali per l'Italia: le incertezze del Nuovo Inventario delle Foreste e del Carbonio.* *Forest@ 2* (2): 143-150. [online] URL: <http://www.sisef.it/>.

Mori P., (2005). *Uno strumento di supporto alle scelte selvicolturali.* in *Aulamagna 4*, URL: <http://www.compagniadelleforeste.it/>.

Nardi Berti R., (1982). *La struttura anatomica del legno e il riconoscimento dei legnami italiani di più corrente impiego.* C.N.R., Istituto del Legno. Contributi scientifico-pratici vol. XXIV.

Pilli R., Anfodillo T., Dalla Valle E. (eds.). *Stima del Carbonio in foresta: metodologie ed aspetti normativi, Pubblicazione del Corso di Cultura in Ecologia, Atti del 42° corso*, San Vito di Cadore 5-8 Giugno 2006, Università di Padova.

Rodeghiero M., Cescatti A., 2005. *Main determinants of forest soil respiration along an elevation/temperature*

- gradient in the Italian Alps*, Global change biology, 2005. Numero 11, pagine 1024-1041.
- Saxton K.E., Rawls W.J., Romberger J.S., Papendick R.I., (1986). *Estimating generalized soil water characteristics from texture*. Trans. Amer. Soc. Agri. Engr., 50 (4): 1031-1035.
- Saxton K.E., Rawls W.J., (2004). *Soil water characteristic estimates by texture and organic matter for hydrologic solutions*. Proc. , Soil Sci. Soc. Amer. International Conference, Seattle, WA Nov. 1-3, 2004.
- Saxton K.E., Willey P.H., (2005). *The SPAW Model for Agricultural Field and Pond Hydrologic Simulation. Chapter 17 in: Mathematical Modeling of Watershed Hydrology*, V.P. Singh and D. Frevert, (Ed.); CRC Press LLC. (In press).
- Stolbovoy V. *et al.*, *Soil Sampling Protocol to certify the changes of Organic Carbon stock in mineral soil of European Union* (EUR 21576 EN, 12pp. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg)
- Stolbovoy V. *et al.* *Validation of the EU Soil Sampling Protocol to verify the changes of Organic Carbon stock in mineral soil (Piemonte Region, Italy)* (EUR 22339 EN, 41pp. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg).
- Stolbovoy V. *et al.* *Verification of the carbon stock changes in soils of the European Union*. Dal convegno: Indicatori e metodologie a supporto della strategia tematica per il suolo, organizzato da JRC, ISPRA, 21-23 Novembre 2006.
- Vitullo M. *Uso del Suolo, Cambiamenti d'Uso del suolo e foreste*. Convegno Cambiamenti climatici e inquinamento atmosferico. L'inventario nazionale delle emissioni come strumento di conoscenza e verifica dello stato dell'ambiente, APAT, Roma, 23-24 ottobre 2006.
- Zianis D., Muukkonen P., Mäkipääand R., Mencuccini M. *Biomass and Stem Volume Equations for Tree Species in Europe*. The Finnish Society of Forest Science, The Finnish Forest Research Institute, Silva Fennica, Monographs 4, 2005.

GLI EFFETTI DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI SUGLI ECOSISTEMI FORESTALI

(*) *Corpo Forestale dello Stato, Servizio CONECOFOR, Roma*

Un contributo importante di conoscenza sulle possibili conseguenze dei cambiamenti climatici sugli ecosistemi forestali più vulnerabili presenti nel territorio italiano è offerto da una ricerca realizzata dal Dipartimento di Biologia Vegetale dell'Università degli Studi Sapienza di Roma, in collaborazione con il Corpo Forestale dello Stato. Il progetto, denominato BioRefugia e realizzato nell'ambito del Programma CONECOFOR (CONtrollo ECOSistemi FORestali), promosso e coordinato dal Corpo Forestale dello Stato, ha per obiettivo l'analisi dei possibili effetti dei cambiamenti climatici sulla distribuzione delle principali specie arboree forestali in tutta l'Italia Centrale (più colpita delle Alpi dai cambiamenti climatici), con il fine di identificare le potenziali aree di rifugio (biorefugia) delle specie oggetto della ricerca, quelle aree cioè dove si può prevedere che tali specie possano essere in grado di resistere anche nei nuovi scenari climatici previsti per il 2080. Aree, identificate soprattutto nell'Appennino Centrale sopra i 1.500 metri di quota, per le quali sarà possibile pianificare gli interventi prioritari di conservazione del territorio, in modo rigoroso e scientificamente fondato.

L'ondata di caldo e siccità verificatasi in Europa nell'estate del 2003 ha determinato un chiaro peggioramento delle condizioni delle principali specie forestali nel corso del 2004, quindi l'anno successivo all'evento, soprattutto in Europa Centrale ed in misura minore sulle nostre Alpi. L'ondata di siccità che ha colpito l'Europa meridionale e tutta l'Italia Centro-Meridionale nell'estate del 2007 è stata invece così intensa e prolungata che i suoi effetti sulle foreste sono stati rilevati già nello stesso anno. Si tratta di prime chiare conferme dell'esistenza di sintomi di disgregazione del patrimonio forestale.

Parole chiave: cambiamenti climatici, aree di rifugio, CONECOFOR, LTER.

Key words: climate changes, shelter areas, CONECOFOR, LTER.

A fronte di un netto aumento della superficie forestale (oltre il 20% rispetto al 1985 in base ai dati dell'Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi di Carbonio, condotto dal Corpo Forestale dello Stato nel 2005) e del progressivo superamento dei pericoli dovuti all'inquinamento atmosferico industriale (le piogge acide degli anni '70 sono oggi solo un brutto ricordo in quasi tutta l'Europa), le foreste italiane sono oggi esposte a nuovi rischi: le elevate deposizioni di azoto e le elevatissime concentrazioni troposferiche di ozono iniziano a danneggiare la biodiversità forestale (Ferretti *et al.*, 2006), mentre i cambiamenti climatici stanno provocando la progressiva disgregazione degli ecosistemi forestali.

Le tendenze climatiche in atto e quelle previste dagli scenari dell'IPCC sposteranno verso nord, a latitudini più elevate, le condizioni climatiche ed ambientali tipiche dell'area mediterranea. Questo significa che tutti gli ecosistemi del Mediterraneo tenderebbero a "migrare" verso l'Europa centro occidentale e settentrionale; la rapidità del cambiamento climatico in atto è però di gran lunga maggiore della velocità di colonizzazione di nuovi spazi della quale sono capaci le specie vegetali, soprattutto quelle dominanti nelle foreste.

Nei prossimi anni è da attendersi quindi una progressiva "disgregazione" (o "dissociazione", sensu Ozenda *et al.*, 1995) degli ecosistemi forestali, dei quali solo poche componenti potranno migrare in aree più adatte ai mutati scenari climatici, mentre la maggior parte di esse saranno destinate all'estinzione, almeno a livello locale. Le specie con elevata capacità di spostamento (ad esempio i grandi mammiferi come orso, lupo ed ungulati), in grado quindi di tentare di "sfuggire" alla disgregazione del loro habitat, si troveranno in condizioni di "disadattamento", in quanto sarà per loro impossibile adattarsi in così breve tempo ai nuovi ecosistemi

in via di formazione, che potranno ricostituirsi solo nell'arco di alcuni secoli. E' insomma prevedibile "una fase di instabilità negli ambienti forestali, con un peggioramento rispetto alle cenosi mature, causato da una generale rottura delle relazioni ecosistemiche" (Pignatti, 2007). Le conseguenti modifiche del paesaggio produrranno profonde modificazioni anche nei settori dell'agricoltura, del turismo, del tempo libero e nel settore residenziale.

Allo stato attuale, se si escludono pochi lavori di carattere generale ed esemplificativo (Petriccione, 1995; Petriccione *et al.*, 1996 1998; Petriccione, 2001; Larsson *et al.*, 2007), non è stato pubblicato alcuno studio che si prefigga di descrivere, analiticamente, le conseguenze dei cambiamenti climatici sulle biocenosi forestali più minacciate in Italia. Un tentativo in questo senso è stato effettuato in Svizzera nell'ambito del progetto ECOCLINE (Theurillat *et al.*, 1998), valutando empiricamente le variazioni nel tempo dell'estensione della superficie occupata da alcune fitocenosi subalpine e alpine delle Alpi Centrali. Sono quindi necessarie ricerche che indaghino, con approccio analitico e di dettaglio, le possibili conseguenze dei cambiamenti climatici sugli ecosistemi forestali più vulnerabili presenti nel territorio italiano.

Un contributo importante in questo senso è offerto da una ricerca realizzata dal Dipartimento di Biologia Vegetale dell'Università degli Studi Sapienza di Roma, in collaborazione con il Corpo Forestale dello Stato e co-finanziata dall'Unione Europea nell'ambito del Reg. (CE) n. 2152/2003 Forest Focus (Bruno *et al.*, 2007). Il progetto, denominato BioRefugia e realizzato nell'ambito del Programma CONECOFOR (CONtrollo ECOSistemi FORestali), promosso e coordinato dal Corpo Forestale dello Stato,

ha per obiettivo l'analisi dei possibili effetti dei cambiamenti climatici sulla distribuzione delle principali specie arboree forestali in tutta l'Italia Centrale (più colpita dalle Alpi dai cambiamenti climatici), con il fine di identificare le potenziali aree di rifugio (biorefugia) delle specie oggetto della ricerca, quelle aree cioè dove si può prevedere che tali specie possano essere in grado di resistere anche nei nuovi scenari climatici previsti per il 2080. Aree, identificate soprattutto nell'Appennino Centrale sopra i 1.500 metri di quota, per le quali sarà possibile pianificare gli interventi prioritari di conservazione del territorio, in modo rigoroso e scientificamente fondato.

Utilizzando una metodologia analoga a quella impiegata dall'USDA Forest Service (Iverson *et al.*, 1998, 2001, 2002), lo studio ha analizzato la distribuzione attuale e potenziale di 16 specie (*Acer campestre*, *Acer obtusatum*, *Acer pseudoplatanus*, *Carpinus betulus*, *Carpinus orientalis*, *Castanea sativa*, *Fagus sylvatica*, *Fraxinus ornus*, *Quercus cerris*, *Quercus ilex*, *Quercus frainetto*, *Quercus pubescens*, *Quercus robur*, *Quercus suber*, *Ostrya carpinifolia*, *Ulmus minor*), sulla base dei dati della Rete INDEFO/CONECOFOR del Corpo Forestale dello Stato (circa 823 punti su di una rete sistemata 3 x 3 km). La realizzazione di mappe climatiche e bio-climatiche, sulla base dell'interpolazione dei dati meteorologici disponibili negli anni 1955-1990 (317 stazioni con dati sulle precipitazioni e 154 con dati di temperatura), ha consentito di mettere a punto gli scenari di distribuzione potenziale delle specie nell'anno 2000. Gli scenari futuri previsti per l'anno 2080 (basati sugli habitat potenzialmente adatti per le specie) sono stati elaborati, attraverso un opportuno modello statistico (regression tree analysis), assumendo i modelli di variazione climatica pubblicati dall'IPCC (2001; global circulation model ADCM3) nell'ipotesi di un raddoppio della concentrazione di CO₂ nell'atmosfera (scenario A1Fi): a tale scopo è stata assunta un'ipotetica possibilità di illimitata dispersione delle specie.

I risultati principali ottenuti indicano (Figure 1, 2, 3):

1. un generale aumento dei limiti altitudinali di distribuzione di tutte le specie, con lo spostamento dei loro areali a quota maggiore;
2. una forte riduzione dell'areale di distribuzione delle specie più mesofile e microterme (faggio, castagno, farnia, aceri montani), specie danneggiate e quindi minacciate di estinzione a livello locale;
3. una significativa espansione dell'areale di distribuzione delle specie mediterranee (leccio e sughera), a causa di un processo di progressiva mediterraneizzazione delle zone interne pre-appenniniche;
4. una lieve espansione dell'areale di distribuzione di cerro e olmo, specie con evidenti buone capacità di adattamento.

Tutte le elaborazioni ottenute, comprese le carte di distribuzione reale e potenziale delle 16 specie oggetto della ricerca, sono disponibili su di un sito web dedicato elaborato dall'Università di Roma in collaborazione con il Corpo Forestale dello Stato. (<http://sweb01.dbv.uniroma1.it/bruno/biorefugia/index.html>).

Le reali possibilità di "spostamento" degli ecosistemi forestali sono comunque al di sotto delle necessità: la rapidità del cambiamento climatico in atto è infatti di gran lunga maggiore della velocità di colonizzazione di nuovi spazi della quale sono capaci le specie arboree. Le potenziali "rotte"

migratorie sono poi spesso bloccate dalla frammentazione del territorio legata alla presenza delle attività umane e non sempre sono adatte ad una colonizzazione intermedia, a causa di differenti caratteristiche climatiche ed edafiche (Pitelka, 1997). Inoltre le specie vegetali ed animali ad esse associate posseggono ognuna una diversa capacità e velocità di dispersione e colonizzazione: è quindi da attendersi la progressiva disgregazione degli ecosistemi forestali, che non saranno in grado di fronteggiare i cambiamenti climatici come unità intatte (Hansen, 2001); sintomi di questo processo sono già evidenti nelle foreste più sensibili ai cambiamenti climatici, in quanto strettamente dipendenti dall'abbondanza di acqua negli strati superficiali del suolo. In questi casi (foreste pianiziali, ripariali e golenali), si sono verificate ripetute ed estese morie di grandi alberi di farnia, cerro e carpino bianco, che hanno frammentato e disgregato la foresta.

I risultati ottenuti hanno consentito di identificare le potenziali aree di rifugio ("biorefugia") delle specie arboree oggetto della ricerca, quelle aree cioè dove si può prevedere che tali specie possano essere in grado di resistere anche nei nuovi scenari climatici previsti per il 2080. Ciò può consentire di pianificare gli interventi prioritari di conservazione del territorio in modo più rigoroso, indirizzando gli investimenti di risorse prioritariamente nelle aree destinate a preservare i principali ecosistemi forestali dell'Italia Centrale, che sono risultate essere in particolare quelle dell'Appennino Centrale caratterizzate da grandi estensioni montuose con quote superiori ai 1500 metri.

Confermando studi riconosciuti ormai generalmente validi (Menzel, 2003, Menzel *et al.*, 2006), tutti i programmi europei di monitoraggio delle foreste (incluso il Programma CONECOFOR italiano, Petriccione 2005a, Corpo Forestale dello Stato 2007a) indicano un anticipo medio di 3 giorni ogni 10 anni di tutte le fasi vitali delle principali specie forestali (emissione delle foglie, fioritura e fruttificazione). Negli ultimi 50 anni, quindi, tutti i cicli naturali delle foreste hanno subito un anticipo di circa 15 giorni, in grado di provocare gravi danni all'equilibrio delle componenti vegetali, animali e del suolo delle nostre foreste, contribuendo alla loro progressiva disgregazione.

Sempre in base ai risultati ottenuti grazie al mantenimento delle Reti di monitoraggio delle foreste europee dell'UE e dell'UN-ECE ICP Forests, l'ondata di caldo e siccità verificatasi in Europa nell'estate del 2003 ha determinato un chiaro peggioramento delle condizioni delle principali specie forestali nel corso del 2004, quindi l'anno successivo all'evento, soprattutto in Europa Centrale ed in misura minore sulle nostre Alpi (Fischer, 2005). L'ondata di siccità che ha colpito l'Europa meridionale e tutta l'Italia Centro-Meridionale nell'estate del 2007 è stata invece così intensa e prolungata che i suoi effetti sulle foreste sono stati rilevati già nello stesso anno: la soglia di danno, al di sotto della quale le condizioni delle foreste sono considerate normali secondo una metodologia adottata a livello europeo, è stata raggiunta nel Lazio e superata in Abruzzo durante il mese di agosto del 2007, per la prima volta da quando il programma per il monitoraggio delle condizioni delle foreste (divenuto poi Programma CONECOFOR) è stato avviato, di concerto con tutti gli altri Paesi dell'UE, nel 1985. Le specie più colpite sono state le querce caducifoglie (cerro e roverella) ed il faggio, i cui alberi hanno perso, in media, da un quarto a un terzo del fogliame, come mai era accaduto in Italia negli ultimi 20 anni. Si tratta di una

prima chiara conferma dell'esistenza di sintomi di disgregazione del patrimonio forestale italiano, Questi dati emergono dai primi risultati dell'annuale campagna di monitoraggio delle condizioni delle foreste, svolta dal Corpo Forestale dello Stato (con la collaborazione di Regioni e Province autonome) nell'ambito del Programma per il Controllo degli Ecosistemi Forestali (CONECOFOR), in attuazione dei Regolamenti UE e della Convenzione UN-ECE sull'inquinamento atmosferico transfrontaliero a lungo raggio. L'analisi è basata su un primo campione rappresentativo della Rete di rilevamento sistematico CONECOFOR (che comprende circa 250 aree distribuite su tutto il territorio nazionale), consistente nel 20% delle aree dell'Italia Centrale e Meridionale, escluse le isole maggiori.

Considerata la grande velocità e la fortissima inerzia dei fenomeni climatici, l'unica possibile risposta per limitare i danni che i cambiamenti climatici stanno determinando e produrranno sempre più nei prossimi anni a carico delle foreste appare la messa in atto di provvedimenti volti a favorire il loro adattamento. Si tratta di rafforzare le misure di protezione delle aree di rifugio (identificabili con la metodologia messa a punto nel progetto BioRefugia) e dei tipi forestali più minacciati (foreste umide, planiziali e di alta montagna), di istituire reti di aree protette in grado di favorire la migrazione delle specie sulla spinta dei cambiamenti climatici ed infine di consolidare e rafforzare tutti i programmi di monitoraggio e ricerca ecologica a lungo termine (Thuiller, 2007; come la Rete per le Ricerche Ecologiche a Lungo Termine LTER-Italia, Corpo Forestale dello Stato, 2007b, ed il Programma CONECOFOR, Mosello *et al.*, 2002), per poter disporre di un efficace sistema di primo allarme delle conseguenze in atto, su scala nazionale. Inoltre, il completamento e l'estensione a tutto il territorio nazionale del progetto pilota BioRefugia consentirebbe di disporre dei dati di base per poter adottare urgentemente provvedimenti di adattamento e di pianificazione del territorio adeguati ai nuovi scenari futuri (Thuiller, 2007). La Rete Nazionale per il Controllo degli Ecosistemi Forestali (CONECOFOR) è stata istituita nel 1995 dal Corpo Forestale dello Stato, con l'obiettivo di studiare le interazioni ecologiche tra le componenti strutturali e funzionali degli ecosistemi forestali e i fattori di pressione e cambiamento su larga scala (inquinamento atmosferico, cambiamenti climatici, Petriccione *et al.*, 2003; variazione dei livelli di biodiversità, Petriccione, 2005b; Bredemeier *et al.*, 2007; Petriccione *et al.*, 2007). Il Programma CONECOFOR è basato su 31 aree permanenti sparse su tutto il territorio nazionale e rappresentative di tutte le principali comunità forestali italiane. Le ricerche sono condotte dal Corpo Forestale dello Stato in collaborazione con 9 Centri di ricerca di rilevanza nazionale e 12 Amministrazioni locali. La Rete Italiana per le Ricerche Ecologiche di Lungo Termine (LTER-Italia, Corpo Forestale dello Stato 2007b), entrata ufficialmente a far parte della Rete Internazionale I-LTER nel 2006, è coordinata dal Corpo Forestale dello Stato, da alcuni Istituti del Dipartimento Terra & Ambiente del Consiglio Nazionale delle Ricerche e dalla Società Italiana di Ecologia (SItE), con la partecipazione di enti di ricerca sparsi in tutta l'Italia. Fanno parte della Rete LTER-Italia 17 siti intensamente studiati da molti anni, tra i quali: le aree forestali delle Alpi, degli Appennini e della Sicilia del Programma CONECOFOR, i siti di alta quota degli Appennini Settentrionali, Centrali e Meridionali, alcuni laghi appenninici e della fascia subalpina, le stazioni di ricerca mari-

ne controllate dal CNR nell'Alto Adriatico e dalla Stazione Zoologica A. Dohrn nel Golfo di Napoli e le basi di ricerca del CNR in Antartide e sul K2.

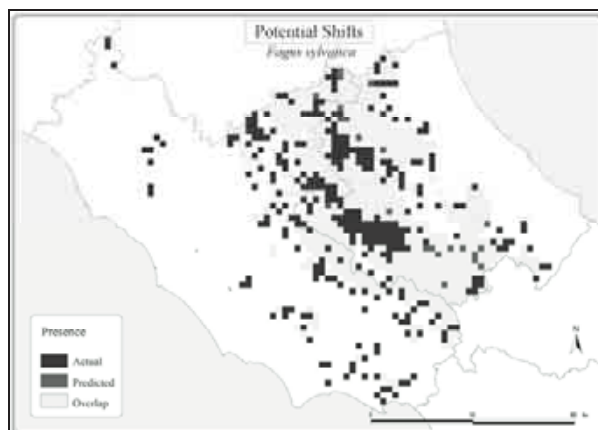


Figura 1. Distribuzione potenziale di *Fagus sylvatica* in Italia Centrale (Lazio e Abruzzo): situazione attuale (anno 2000) e futura (anno 2080): aree conservative di rifugio (in giallo), aree di potenziale espansione (in verde), aree di estinzione locale (in rosso) (Bruno *et al.*, 2007).

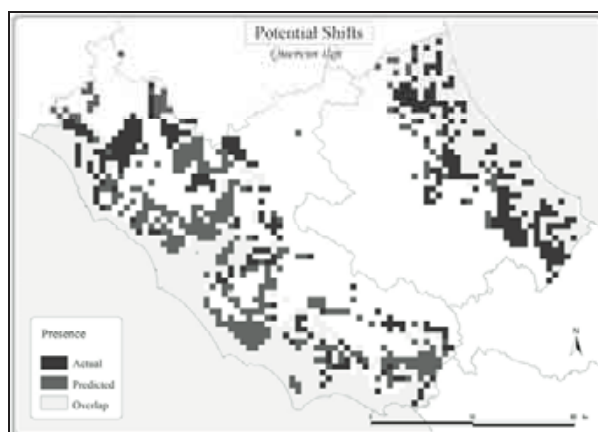


Figura 2. Distribuzione potenziale di *Quercus ilex* in Italia Centrale (Lazio e Abruzzo): situazione attuale (anno 2000) e futura (anno 2080): aree conservative di rifugio (in giallo), aree di potenziale espansione (in verde), aree di estinzione locale (in rosso) (Bruno *et al.*, 2007).

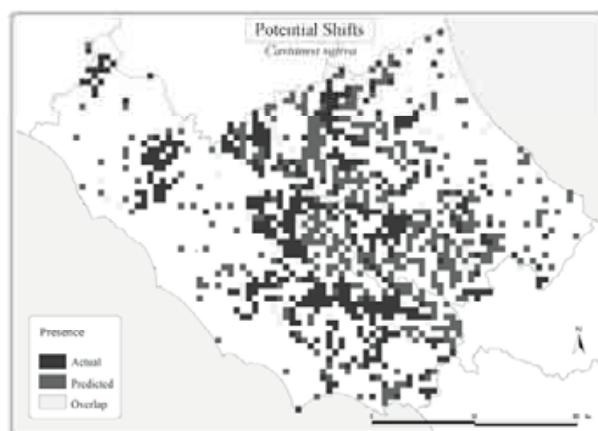


Figura 3. Distribuzione potenziale di *Castanea sativa* in Italia Centrale (Lazio e Abruzzo): situazione attuale (anno 2000) e futura (anno 2080): aree conservative di rifugio (in giallo), aree di potenziale espansione (in verde), aree di estinzione locale (in rosso) (Bruno *et al.*, 2007).

SUMMARY

CLIMATE CHANGE EFFECTS ON FOREST ECOSYSTEMS

A relevant knowledge contribution as concern potential impacts of climate changes on vulnerable forest ecosystems of Italy is provided from a recent research developed by the University of Roma, Dept. of Plant Biology, in collaboration with the Italian Forest Service. The project, called BioRefugia and implemented in the frame of the CONECOFOR Programme (Intensive Monitoring of Italian Forest Ecosystems), aims to analyse potential effects of climate changes on geographical distribution of the main tree species of Central Italy (more effected from climate changes than the Alps); potential shelter areas (biorefugia) of the investigated species, the areas where the species are forecasted to be able surviving also in the 2080 climate scenarios, have been detected. These areas have been identified, in particular, in the Central Apennines over 1.500 m a.s.l.: in these locations could be possible a scientific based planning of priority actions for environment conservation.

The heat and drought wave occurred in Europe during the 2003 summer have lead to a deep worsening of tree condition, as concern the main tree species, in the course of 2004, the following year, in particular in Central Europe and with lower intensity in the Italian Alps. The marked drought period occurred in Southern Europe and in Central and Southern Italy during the 2004 summer has been so intense and long-lasting than it effects on forests have been detected already the same year. These events could be clearly interpreted as a first confirmation of the occurrence of deep desegregation symptoms of our forest stock.

RÉSUMÉ

LES CONSEQUENCES DES LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LES ECOSYSTEMES FORESTIERES

Une étude, réalisée par le Département de Biologie Végétale de l'Université de Rome La Sapienza, en collaboration avec le Service Italien des Forêts, a contribué de façon importante à la connaissance des conséquences que les changements climatiques pourront avoir sur les écosystèmes les plus fragiles du territoire italien.

Le project, appelé BioRefugia et réalisé dans le cadre du Programme CONECOFOR, a pour but d'analyser les effets possibles des changements climatiques sur la répartition des principales espèces forestières dans toute l'Italie centrale (plus touchée que les Alpes par ces changements climatiques). Le but est d'identifier de potentielles aires de refuge (biorefugia) pour les espèces objects de cette recherche, c'est à dire des aires où de telles espèces seraient en mesure de survivre, même dans les nouveaux scenarios climatiques prévus pour l'année 2080. Ces aires ont été localisées essentiellement dans l'Apennin Central, au dessus des 1.500 mètres d'altitude. Là, il serait possible de planifier, en priorité et d'une façon rigoureuse et scientifique, des interventions de préservation du territoire.

La vague de chaleur et de sécheresse qui a frappé

l'Europe en 2003 a provoqué, surtout en Europe Centrale et, dans une moindre mesure, dans les Alpes Italiennes, un nette dégradation des conditions des principales espèces forestières. Ce phénomène s'est manifesté dans le cours de l'année suivante, c'est à dire en 2004. Par contre, la vague de sécheresse qui a frappé l'Europe méridionale et toute l'Italie centre-méridionale au cours de l'été 2007 a été si intense et si prolongée qu'on a déjà pu en noter les effets la même année. Ceci confirme de façon évidente que les symptômes de désagrégation du patrimoine forestier existent déjà.

BIBLIOGRAFIA

- Bredemeier M., Tennis P., Sauberer N., Petriccione B., Torok K., Cocciufa C., Morabito G., Pugnetti A., 2007 – *Biodiversity Assessment and Change: The Challenge of Appropriate Methods*. In: Hester R.E. & Harrison R.M. (a cura di). *Biodiversity Under Threat*. Rcs Publ. (Cambridge, Uk): 217-251.
- Bruno F., Attorre F., Francesconi F., 2007 – *Progetto Forest Focus "Biorefugia". Analisi dei possibili effetti dei cambiamenti climatici sulla distribuzione delle principali specie arboree forestali in Italia centrale*. Relazione Scientifica. Università di Roma "Sapienza", Dipartimento di Biologia Vegetale, Laboratorio di Tecnologie Informatiche per la Vegetazione e l'Ambiente, Roma.
- Corpo Forestale dello Stato, 2007a – *Il programma nazionale per il controllo degli ecosistemi forestali (Conecofor)*. www2.corpoforestale.it/Web/Guest/Serviziattivita/Controlloecosistemiforestali.
- Corpo Forestale dello Stato, 2007b – *La rete long-term ecological research, Italia (Lter-Italia)*. www2.corpoforestale.it/Web/Guest/Serviziattivita/Controlloecosistemiforestali/Iniziative Nazionali/Lter-Italia.
- Ferretti M., Petriccione B., Fabbio G., Bussotti F. (a cura di), 2006 – *Aspects of Biodiversity in Selected Forest Ecosystems in Italy: Status and Changes Over the Period 1996-2003*. Third Report of the Task Force on Integrated and Combined (I&C) Evaluation of the Conecofor Programme. *Annali Istituto Sperimentale per la Selvicoltura, Special Issue (Arezzo)*, 30, Suppl. 2: 116 Pagg.
- Fischer R. (a cura di), 2005 – *The Condition of Forests in Europe*. 2005 Executive Report. Un-Ece, Geneva.
- Hansen J. A., Neilson R.P., Dale V.H., Flather C.H., Iverson L.R., Currie D.J., Shafer S., Cook R., Bartlein P.J., 2001 – *Global Change in Forests: Responses of Species, Communities and Biomes*. *Bioscience*, 51 (9): 765-779.
- Intergovernmental Panel on Climate Changes, 2001 – Ipcc 3rd Assessment Report*. *Climate Change 2001: The Scientific Basis*. Cambridge Univ. Press, Uk.
- Iverson, L.R., Prasad, A., 1998 – *Predicting Abundance for 80 Tree Species Following Climate Change in the Eastern United States*. *Ecological Monographs*, 68: 465-485.
- Iverson, L.R., Prasad, A., 2001 – *Potential Changes in Tree Species Richness and Forest Community Types Following Climate Change*. *Ecosystems*, 4: 186-199.
- Iverson, L.R., Prasad, A., 2002 – *Potential Redistribution of Tree Species Habitat Under Five Climate Change Scenarios in the Eastern Us*. *Forest Ecology And Management*, 155: 205-222.

- Larsson T.-B., Barbati A., Bauhus J., Van Brusselen J., Lindner M., Marchetti M., Petriccione B., Petersson H., 2007 – *The Role of Forests in Carbon Cycles, Sequestration and Storage*. Issue 5: Climate Change Mitigation, Forest Management and Effects on Biological Diversity. Iufro Newsletter, 5: 1-10. www.Iufro.Org/Science/Task-Forces/Carbon/Publications-And-References/.
- Menzel A., 2003 – *Plant Phenological Anomalies in Germany and their Relation to Air Temperature and Nao*. Climatic Change, 57: 243.
- Menzel, A., T.H. Sparks, N. Estrella, E. Koch, A. Aasa, R. Ahas, K. Alm-Kübler, P. Bissoli, O. Braslavská, A. Briede, F.M. Chmielewski, Z. Crepinsek, Y. Curnel, Å. Dalh, C. Defila, A. Donnelly, Y. Filella, K. Jactzak, F. Mâge, A. Mestre, Ø. Nordli, J. Peñuelas, P. Pirinen, V. Remišová, H. Scheifinger, M. Striz, A. Susnik, A. Vanvliet, F.-E. Wielgolaski, S. Zach, A. Zust, 2006 – *European Phenological Response to Climate Change Matches the Warming Pattern*. Glob. Change Biol., 12: 1969-1976.
- Mosello R., Petriccione B., Marchetto A. (a cura di), 2002 – *Long-Term Ecological Research in Italian Forests Ecosystems*. J. Limnol., 61 (Suppl. 1): 162 Pagg.
- Ozenda P., Borel J.-L., 1995 – *Possible Responses of Mountain Vegetation to a Global Climatic Change: The Case of Western Alps*. In Guisan A., Holten J.L., Spichiger R. & Tessier L. (a cura di). Potential Ecological Impacts of Climate Change in the Alps and Fennoscandian Mountains. Ed. Conserv. Jard. Bot. Geneve, Pp. 137-144.
- Petriccione B., 1995 – *Land Ecosystems Sensitive to Climate Change (Possible Impact)*. In: Ministry of Environment. First Italian National Communication to the Framework Convention on Climate Change (Roma): 137-148.
- Petriccione B., 2001 – *L'impatto dei cambiamenti climatici sugli ecosistemi montani delle aree protette degli appennini centrali*. Tesi di specializzazione in gestione dell'ambiente naturale e delle aree protette, Università degli Studi di Camerino: 105 Pagg.
- Petriccione B., 2005a – *Reti di monitoraggio coordinate dal Corpo forestale dello stato*. In: Blasi C., Boitani L., La Posta S., Manes F. & Marchetti M. (a cura di). Stato della biodiversità in Italia. Palombi Editori: 445-449.
- Petriccione B., 2005b – *Biodiversity State and Monitoring of Some Protected Forests in Italy* (Forest Ecosystems Monitoring Programme Conecofor). Environmental Encounters Series, 57: 81-84.
- Petriccione B., Carotenuto L., Crisanti L., 1996 – *Ecosistemi terrestri particolarmente vulnerabili al cambiamento climatico: possibili impatti*. Atti S.It.E., 17: 71-74.
- Petriccione B., Carotenuto L., Crisanti L., 1998 – *Principali biocenosi terrestri vulnerabili al cambiamento climatico: stato attuale ed ipotesi sui cambiamenti a medio e lungo termine*. Documents Phytosociologiques, 28: 1097-1119.
- Petriccione B., Cindolo C., Cocciufa C., Ferlazzo S., Parisi G., 2007 – *Development and Harmonization of a Forest Status Indicator (Fsi)*. Technical Report of Sebi2010 Special Ad Hoc Project (Italian Forest Service, Conecofor Board). European Community Biodiversity Clearing House Mechanism, Eea, Copenhagen. 50 Pp. Biodiversity-Chm.Eea.Europa.Eu/Information/Indicator/F1090245995/Fol365614/F1115187844/Fol836804/Fol042007.
- Petriccione B., Romeo V., Scarpelli T., 2003 – *Programmes Co-ordinated by the Italian National Forest Service in the Field of Meteorological and Climate Analysis: Avalanches Risk and Climate Change Effects Assessment on Mountain Ecosystems*. In: Ufficio generale per la meteorologia. Sixth European Conference on applications of meteorology (Rome): 20 Pagg. (Su Cd-Rom).
- Pignatti S., 2007 – *Gli effetti dei cambiamenti climatici sulla biodiversità forestale*. Silvae (Corpo Forestale dello Stato, Roma), 8.
- Pitelka L.F., 1997 – *Plant Migration and Climate Change*. Am. Sci., 85: 464-473.
- Theurillat J.-P., Felber F., Geissler P., Gobat J.-M., Fierz M., Fischlin A., Kupfer P., Schlusser A., Velluti C., Zhao G.-F., 1998 – *Sensitivity of Plant and Soils Ecosystems of the Alps to Climate Change*. In Cebon P., Dahinden H.C., Imboden D. & Jaeger C.C. (a cura di) Views From The Alps: Regional Perspectives On Climate Change. Mit Press, Cambridge, Usa, Pp. 225-308.
- Thuiller W., 2007 – *Climate Change and the Ecologist*. Nature, 448/2: 550-552.

GESTIONE FORESTALE, ENERGIA DA BIOMASSE E CONTENIMENTO DELLE EMISSIONI DI CO₂ IN AMBIENTE MEDITERRANEO. LE AZIONI DEL DIPARTIMENTO AZIENDA REGIONALE FORESTE DEMANIALI REGIONE SICILIA

(*) Dipartimento Azienda Regionale Foreste Demaniali Regione Sicilia, Ufficio Provinciale di Caltanissetta

(**) Dipartimento Azienda Regionale Foreste Demaniali Regione Sicilia, Palermo

In Sicilia sono presenti boschi per 168.552 ha di proprietà pubblica (demanio forestale regionale), gestiti dall'Azienda Regionale Foreste Demaniali (AFDRS). Si tratta di popolamenti forestali di tipo mediterraneo, la cui gestione veniva realizzata in passato, con criteri tradizionali per tali ambienti, privilegiando la lotta all'erosione e la conservazione degli ambienti naturali. Con l'avvio di strategie unitarie a livello Internazionale e Comunitario per il contenimento delle emissioni di CO₂, sono state avviate attività di carattere gestionale indirizzate a tale scopo, in particolare per: 1) il recupero biomassa da interventi selvicolturali intercalari; 2) l'aumento della frazione organica e del legno morto presente in bosco; 3) l'aumento della superficie boscata regionale, con riforestazione ed afforestazione; 4) l'utilizzazione ad uso energetico di biomasse di eucalitto con la alimentazione di una centrale termoelettrica di prossima realizzazione.

Parole chiave: Sicilia, proprietà pubblica, gestione forestale, immobilizzazione CO₂, biomasse, energia, riforestazione.

Key words: Sicily, public property, forestry management, CO₂ immobilization, biomass, energy, reforestation.

Mots clés: Sicile, propriété publique, gestion forestière, immobilisation CO₂, biomasses, énergie, reforestation.

I. SUPERFICIE BOSCATI IN SICILIA E DEMANIO FORESTALE REGIONALE

I dati sull'andamento della superficie boscata in Sicilia, dal dopoguerra ad oggi, evidenziano una notevole variazione. Si passa da 101.678 ha del 1947 (dati Regione Sicilia), ai 266.400 ha del 1986 (M.A.F., 1986), agli attuali 365.224 ha (ISAFSA, 2006). L'incremento è dovuto sia ad una effettivo aumento della superficie, per i consistenti rimboschimenti realizzati in regione nel periodo 1950-1970, sia ad una evoluzione dei criteri di definizione del concetto di bosco e superficie cespugliata.

La superficie del demanio forestale regionale, gestito dall'Azienda Foreste Demaniali della regione (AFDRS), è cresciuta secondo lo stesso andamento, in seguito ad espropri ed acquisizioni, sia di boschi che di terreni nudi interessati da rimboschimento. La superficie del demanio è passata dai 4.550 ha del 1947 ai 168.552 ha attuali (Saporito *et al.* 2002), cui si aggiungono 8.484 ha di proprietà comunali o altri Enti, per cui l'Azienda è di fatto il principale soggetto gestore dei boschi siciliani (Tabella 1).

L'ubicazione nel contesto regionale vede i boschi demaniali distribuiti nel territorio in maniera discontinua, con nuclei principali accentrati nei principali sistemi montuosi dell'isola. Fra i principali nuclei si citano i boschi demaniali in provincia di Palermo (Monti Madonie, Ficuzza, Sicani), Catania (Etna e Caronie), Messina (Monti Nebrodi e Peloritani). Seguono, per estensione, la provincia di Agrigento (Monte Cammarata e Sicani), Enna (Monti Erei e parte meridionale dei Monti Nebrodi), Caltanissetta (aree interne collinari), Trapani (Monti del Trapanese), Siracusa e Ragusa (Monti Iblei).

Si tratta di boschi sia naturali (52%) che artificiali (48%), ottenuti questi ultimi da estesi rimboschimenti, a diverso grado di copertura vegetale: il 28% ha grado di copertura superiore all'80%, il 27% compreso fra 51 e 80%, il 14% fra 20 e 50%, ed il 31% inferiore al 20%.

Le funzioni di questi boschi sono multiple e sono variate nel tempo (Saporito, 2007). La funzione idrogeologica e di difesa del suolo, prevalente fino a metà degli '80, si è associata nel tempo a quella ricreativa ed ambientale, mentre la funzione produttiva è sempre più scemata ed ha perduto interesse fino alla metà degli '90. Negli ultimi anni, per alcuni tipi di popolamenti forestali artificiali, è ripreso un certo interesse di natura economica e produttiva, per ricavare biomassa ad uso energetico. Tale elemento, unitamente all'evoluzione del pensiero selvicolturale-ambientale e dei criteri gestionali dei boschi demaniali, sta indirizzando le azioni della AFDRS verso una gestione selvicolturale finalizzata anche allo stoks di carbonio.

2. TIPOLOGIE FORESTALI E BIOMASSE RICAVABILI

In Sicilia sono definite 18 tipologie forestali e preforestali: faggete, pinete di pino laricio, betuleti, formazioni a pioppo tremulo, rovereti, cerrete, querceti a Q. gussonei, querceti caducifogli puri e misti a roverella, leccete, sugherete, pinete termofile naturali, castagneti, fruticeti altomontani e arbusteti montani, macchie e garighe degli ambienti mesici e/o caldo-aridi, formazioni riparali, pinete artificiali, eucalitteti, robinieti, ailanteti e pioppeti artificiali.

Quasi tutte queste formazioni sono presenti nei boschi demaniali regionali. Fra quelle naturali prevalgono le leccete (9.254 ha), le formazioni miste di querce mesofile a prevalenza di roverella (8.890 ha), le cerrete (5.528 ha), le faggete (5.332 ha.), le formazioni miste a latifoglie submontane (3.261 ha) ed i castagneti (Figura. 1). Fra quelle artificiali, le pinete sono la tipologia forestale prevalente, con una superficie di 45.591 ha, per quelle termofile a pini mediterranei e 2.992 ha per quelle di pino nero (Tabella 2), seguite dagli eucalitti, estesi 25.835 ha.

Pinete ed eucalitteti sono i popolamenti forestali che, per

natura, consistenza delle superfici, ubicazione e regimi vincolistici, rivestono il maggiore interesse per una possibile destinazione quale biomasse ad uso energetico. Per le pinete, considerando solo quelle con grado di copertura superiore all'80%, pari a 19.347 ha e la sola massa da singolo taglio intercalare di diradamento, è possibile stimare le biomasse periodicamente ricavabili in circa 0,97 Mt. Rilievi su rimboschimenti di 30-35 anni, mai diradati, evidenziano come, da un diradamento basso che riduca la densità del 30% e l'area basimetrica del 25%, vengono asportati mediamente circa 60 mc/ha di materiale legnoso, pari al 18% della massa totale presente (Saporito, 2004). Ipotizzando interventi di diradamento a cadenza decennale, con la necessaria scalarità di intervento fra i popolamenti interessati, è possibile stimare una quantità di biomassa di confiere utilizzabile annualmente non inferiore a 100.000 t/anno.

Nel caso degli eucalitteti, le superfici demaniali che per condizioni selvicolturali e produttive sono potenzialmente interessate sono valutate in circa 12.000 ha (Saporito, 2001). Si tratta di impianti della fase gamica e dell'età di 35-40 anni, in cui la quantità di biomassa epigea allo stato fresco (provvigione) è variabile da 95 ad oltre 500 t/ha, in funzione della specie e delle caratteristiche stazionali (Saporito, 1999a; Saporito, 2003).

La biomassa totale allo stato fresco, ricavabile, è stimata in oltre 2.4 Mt, nettamente superiore a quello delle pinete, poiché per gli eucalitteti non si considerano prodotti da diradamento ma da ceduzione di tutto il soprassuolo principale. Anche per tali popolamenti, prevedendo interventi di taglio a cadenza di 8-10 anni e relativa scalarità, è possibile stimare una quantità di biomassa annualmente ricavabile non inferiore a 240.000 t/anno.

Le quantità di biomasse ricavabili dai boschi demaniali possono aumentare ancora in maniera consistente, considerando i prodotti degli interventi di semplice gestione selvicolturali degli stessi, normalmente effettuati in regione dalla AFDRS, come gestore pubblico, nella forma della amministrazione diretta, con assunzione e gestione di manodopera bracciantile: spalcature, sfolli, ripuliture e diradamenti nei boschi artificiali; spollonature, diradamenti, tagli di conversione, ricostituzioni boschive nei boschi naturali.

Considerando solo i popolamenti con grado di copertura superiore al 50% ed escludendo pinete ed eucalitteti già sopra considerati, si ha una superficie di circa 60.000 ha, da cui si stima prudenzialmente, sia possibile ricavare fra 0,24 e 0,6 Mt/anno di biomassa. Tali quantità, se localizzate e non disperse su ampie superfici, permetterebbero l'alimentazione di 1-2 centrali termoelettriche a biomassa di media potenza o di un maggior numero di impianti di piccola potenza.

Diversi gruppi industriali manifestano, ormai da alcuni anni, un interesse sempre maggiore per tale potenzialità, sia per la biomassa principale ricavabile dagli eucalitteti, che da quella di recupero dagli interventi selvicolturali di manutenzione ordinaria. Di conseguenza, questi elementi sono stati posti dall'AFDRS, unitamente alla immobilizzazione del C, come riferimento per le attività di carattere gestionale del demanio.

3. L'UTILIZZAZIONE DELLA BIOMASSA FORESTALE DEGLI EUCALITTETI DEMANIALI

Verso la fine degli anni '90, vari gruppi industriali del settore energie rinnovabili hanno mostrato un crescente interesse verso la biomassa ricavabile dagli eucalitteti demaniali, per l'avvio di una filiera bosco-legno-energia (Saporito, 2001). Si è quindi prospettata per l'AFDRS, dopo quasi 30 anni in cui gli eucalitteti erano stati quasi abbandonati, la possibilità di una utilizzazione economica degli stessi. È stato quindi sviluppato un progetto di filiera, attraverso la:

- individuazione degli eucalitteti da utilizzare e l'elaborazione di un piano di taglio;
- valutazione delle provvigioni e stima del valore di macchiatico;
- elaborazione di un bando e capitolato oneri per la selezione pubblica dell'acquirente (gara), con vendita della biomasse in piedi ed utilizzazione a cura e spese dell'aggiudicatario;

Gli eucalitteti sono stati individuati fra i popolamenti con grado di copertura superiore al 50%, a composizione pura, in stazioni con fertilità da buona ad ottima, su terreni con pendenze \leq al 35%, possibilità di meccanizzazione forestale, trattamento a taglio raso, assenza di fenomeni evolutivi e di possibili dissesti idrogeologici.

Il piano dei tagli è stato sviluppata in ambiente G.I.S., per una superficie interessata di 2.700 ha, un arco temporale di 3-6 anni ed un totale di n° 97 tagliate, come da esigenze industriali, in relazione alla prevista realizzazione di una centrale termoelettrica nell'area.

Particolare attenzione è stata prestata alla necessità di: 1) contrarre la superficie della singola tagliata, al fine di limitare gli effetti negativi legati alla rapida scoperta del suolo e del taglio; 2) limitare l'impatto visivo agendo su superficie, forma, ubicazione delle tagliate, nonché sulla distribuzione spazio-temporale delle attività di taglio previste.

Nell'anno 2007 il contratto è stato esteso, sulla base di una specifica norme di legge regionale, a 9 anni (18 utili per il taglio) ed a 9.000 ha in totale.

Le utilizzazioni sono iniziate nell'anno 2001 e sono in corso da parte degli acquirenti, che hanno finora collocato il prodotto in Calabria, presso centrali già in esercizio, in attesa di realizzare, con avvio entro il 2008, una centrale della potenza di 20 Mw a Dittaino (En).

Complesse le problematiche legate alla utilizzazione, sia selvicolturali che di tutela forestale.

Sotto l'aspetto selvicolturale, si è posta attenzione alla limitata conoscenza della capacità di ricaccio dell'eucalitto nei confronti di un primo taglio di ceduzione effettuato in età avanzata (Saporito, 1999b), essendo i popolamenti della fase gamica, di 30-40 anni di età e mai ceduati. Si sta seguendo il fenomeno tramite aree di saggio ed i primi risultati indicano mortalità medie del 27% per *E. camaldulensis*, del 25% per *E. occidentalis* e 12% per *E. Gomphocephala*. Osservazioni sulla capacità di accrescimento dopo il taglio, indicano quantità di biomassa allo stato fresco, dopo 4 anni dalla ceduzione, di 19,9 t/ha per *E. camaldulensis*, di 31,3 t/ha per *E. occidentalis* e 38,8 t/ha per *E. Gomphocephala*.

Nell'azione di tutela forestale ci si è dovuti confrontare con danni da utilizzazione, su ceppaie e suolo. Alle ceppaie, da abbattimento o da esbosco, al suolo da compattazione e da sentieramento, in relazione alla insufficiente preparazione professionale degli operatori ed alla impostazione di cantieri di utilizzazione forestale e macchine impiegate, non sempre idonei.

Nella fase di realizzazione del progetto si sono quindi riscontrati impatti maggiori rispetto a quanto atteso. Si è cercato, di conseguenza, di mettere a punto delle azioni che permettessero di contenere tali fenomeni, nel rispetto delle P.M.P.F. e contrattuali (capitolato speciale), attraverso il ricorso a sistemi di utilizzazione a basso impatto ambientale, ma egualmente produttivi, portando avanti attività di studio su cantieri e popolamenti interessati (AFDRS, 2002). I primi risultati sono positivi ed hanno visto un ridimensionamento degli impatti, anche se gli stessi andranno verificati nel tempo.

4. GESTIONE SELVICOLTURALE, RECUPERO BIOMASSA ED IMMOBILIZZAZIONE DEL C

I criteri di gestione del demanio forestale da parte dell'AFDRS, si sono evoluti negli ultimi decenni seguendo il pensiero forestale generale, anche se con un certo ritardo applicativo. Agli schemi della selvicoltura classica, di tipo finanziario, con una visione del bosco di tipo lineare degli anni '70, è seguita la selvicoltura naturalistica negli anni '80, fino alla selvicoltura sistemica negli anni '90, quale forma di gestione su base sostenibile, delle risorse forestali ed ambientali (Ciancio *et al.*, 2002). Sono inoltre di riferimento ed oggetto di sempre maggiore applicazione, le priorità definite a livello nazionale ed internazionale per l'ambiente e le foreste, quali cambiamenti climatici, gas serra e immobilizzazione del C, conservazione della biodiversità, lotta alla desertificazione, sviluppo sostenibile ed eco-certificazione forestale (AA.VV. 2004).

In sede di pianificazione della sua attività, l'AFDRS ha quindi definito dei criteri gestionali aderenti a tali principi, che possono essere così riassunti:

- a) per i boschi naturali, i principi della selvicoltura naturalistica;
- b) per i boschi naturali di grande interesse ambientale, i principi della selvicoltura sistemica;
- c) per i boschi artificiali con tendenze evolutive, in relazione agli ambienti in cui sono inseriti, i principi della selvicoltura naturalistica ai fini della necessaria rinaturalizzazione, ma con modalità tendenti alla sistemica, in relazione alla necessità di interventi "moderati, continui e capillari".
- d) Per i boschi produttivi, i principi della arboricoltura da legno, sia di qualità che di quantità.

Conseguentemente, un sempre maggiore interesse è stato posto in attività selvicolturali che fossero finalizzate al recupero di biomassa legnosa a fini energetici ed alla immobilizzazione del C, quali elementi concettualmente legati alla gestione sostenibile dei boschi isolani.

Le iniziative portate avanti in questo ambito sono essenzialmente due, il recupero delle frazioni legnose minori e l'aumento del legno morto in bosco. Si tratta di esperienze gestionali non tradizionali in ambiente mediterraneo e solo apparentemente in contrasto.

La prima è finalizzata al recupero dei prodotti degli interventi di gestione ordinaria dei boschi demaniali. Queste frazioni legnose sono stimate prudenzialmente fra 0,24 e 0,6 Mt/anno di biomassa e contengono quantità di carbonio, come da dati medi di bibliografia, non inferiori al 45%.

In passato, da tali interventi, si recuperava il solo trochettame, come legna da ardere, mentre le frazioni più minute e la ramaglia erano bruciate in bosco, con difficoltà per non danneggiare altre piante, impoverimenti di sostanza organica ed emissioni di CO₂. Da alcuni anni si sta cercando di limitare tale pratica, cippando la ramaglia ed il tronchettame minuto, evitando quindi la bruciatura. Il prodotto è però non uniforme qualitativamente e poco o nulla richiesto nel contesto regionale, per cui risulta di difficile collocazione. Spesso viene quindi utilizzato come pacciamante od abbandonato in strato sottile in bosco, al fine di arricchire il suolo e non impoverirlo di sostanza organica, sempre carente in ambienti mediterranei caldi ed aridi. Una soluzione che si sta valutando, è quella di una filiera con operatori privati per produrre pellets.

Per talune specie ed attività selvicolturali, come i diradamenti delle pinete, dato che la legna di pino è poco apprezzata nel riscaldamento per il maggiore contenuto in ceneri, si tende, nelle situazioni di maggiore difficoltà ed onerosità per l'esbosco, ad abbandonare in parte il materiale legnoso in bosco. Si adotta, comunque, in questi casi, una certa prudenza, per non lasciare fonti di pericolosi focolai in caso di incendio (cumuli piccoli e distanziati; legno depezzato in piccoli tronchi per favorire l'azione di degrado). Si aumenta in questo modo, in maniera consistente, la frazione di legno morto presente in bosco, cui si dà sempre più importanza in ecologia forestale.

5. L'AUMENTO DELLA SUPERFICIE BOSCATI REGIONALE. LA RIFORMAZIONE E L'AFFORESTAZIONE

Altro ambito di intervento della AFDRS, strettamente legato alle problematiche di assorbimento e immobilizzazione del C, è costituito dall'aumento della superficie boscata regionale, attraverso interventi di riforestazione ed afforestazione.

Nel periodo 1986-89 sono stati acquisiti al demanio circa 23.200 ha di terreni, di cui il 30% nudi; fra il 1989 ed il 1994 circa 15.500 ha, di cui il 25% nudi; fra il 2002 ed il 2006 circa 1.500 ha, nudi al 70%. Da una recente ricognizione con applicazioni informatiche GIS, risultano nudi o boscati sotto il 20%, circa 15.000 ha di terreni demaniali. Tali ultime aree, anche se ascrivibili alla definizione di bosco secondo l'Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi di Carbonio, ma non da normativa nazionale (D.L. 18.06.2001 n° 227) e regionali (L.R. 6.4.1996 n° 16), sono comunque suscettibili di incremento nel grado di copertura. L'AFDRS valuta, infatti, che oltre il 90% delle stesse, degradate per fatto antropico (incendi), siano suscettibili di rimboschimento o ricostituzione boschiva, presentando condizioni stagionali anche difficili, ma superabili con idonee scelte tecniche.

È quindi possibile, a breve termine, la afforestazione di circa 1.050 ha e la riforestazione, in quanto già oggetto di interventi di rimboschimento o già boscati naturalmente negli ultimi 50 anni, di 15.000 ha di terreni.

Sono superfici consistenti ed il limite di tale azione è

nelle disponibilità finanziarie destinate ai relativi interventi, da cui il previsto ricorso alle Misure del PSR 2007-2013, Misura 222, “Primo impianto di sistemi agroforestali su terreni agricoli” e 223, “Primo imboscamento di superfici non agricole”.

6. CONCLUSIONI

In Sicilia sono presenti vaste superfici di demanio forestale regionale che presentano una interessante potenzialità nella gestione degli aspetti forestali legati al ciclo del C, in applicazione del protocollo di Kyoto.

I principali ambiti, in cui si potrebbero avere interessanti ricadute sono:

- nella Gestione Forestale (Forest Management) dei boschi, quale misura complementare per il raggiungimento degli obiettivi fissati in sede internazionale. Tutta la superficie del demanio forestale regionale è infatti gestita, anche se in assenza di Piani Forestali Territoriali e Piani Forestali Aziendali, secondo i principi delle “Linee guida del Piano forestale Regionale” e sulla base di una programmazione annuale e triennale degli interventi, a cura AFDRS. Di conseguenza, tali boschi potrebbero rientrare per intero nel FM, considerato che si tende a sostenere che l’intera superficie boscata nazionale è soggetta a gestione forestale, per la presenza di vincoli normativi posti a tutela della stessa (vincolo idrogeologico e paesaggistico);

- con riferimento alla riduzione delle emissioni di CO₂, i boschi dell’isola presentano una interessante potenzialità nella produzione di biomasse ad uso energetico, le cui quantità possono essere valutate in circa 0,1 Mt/anno per le pinete, in 0,24 Mt/anno per gli eucalitteti e fra 0,24 e 0,6 Mt/anno per i restanti popolamenti. Il loro impiego è stato prudenzialmente avviato dalla AFDRS su alcune vaste superfici ad eucalitteto, con riferimento alla biomassa principale, mentre per le pinete ed i prodotti legnosi da interventi selvicolturali, sono in corso esperienze di valorizzazione energetica ed ecologica del materiale legnoso. Si punta, in questo caso, sul recupero energetico dalle frazioni legnose interessate e sull’aumento della sostanza organica nel suolo e nella lettiera, per un aumento del periodo di immobilizzazione del C;

- con riferimento ad afforestazione (A) e riforestazione (R), si stanno portando avanti consistenti programmi tecnici di intervento, che trovano limite principale nelle risorse finanziarie disponibili.

Esistono quindi, in ambito regionale, notevoli potenzialità circa le attività connesse al costituendo Registro Nazionale dei Serbatoi di Carbonio, che dovrebbe certificare la quantità di carbonio sequestrato nei boschi, con attribuzione dei relativi crediti al proprietario. In questo caso, si ricadrebbe in una problematica generale ancora in evoluzione, legata ai rapporti fra amm.ne statale e amm.ni regionali (Pilli *et al.*, 2007), riconoscendo a queste ultime l’attività svolta a tutela del proprio patrimonio forestale.

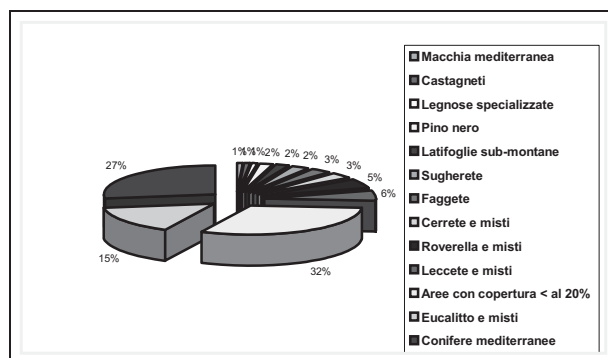


Figura 1. Demanio Forestale Regionale in Sicilia. Boschi distinti per tipo fisionomico.

PROMINCIA	ANNO 1954 Ha	ANNO 1976 Ha	ANNO 1985 Ha	ANNO 2001 Ha
Agrigento	836	4.918	13.915	16.782
Caltanissetta	14	6.811	11.695	14.507
Catania	14.446	17.571	23.825	32.612
Enna	210	8.786	11.120	16.173
Messina	4.158	7.264	10.980	20.659
Palermo	7.231	14.085	24.053	40.277
Ragusa	30	737	5.422	8.071
Siracusa			3.867	9.808
Trapani	255	4.290	6.273	10.312
TOTALE	27.180	64.462	111.150	168.522

Tabella 1. Variazione della superficie boscata e del demanio forestale per provincia in Sicilia nel periodo 1947-2006.

	P. halepensis	P. pinca	P. pinaster	P. nigra ssp.	Totale
AG	7.851	176	0	864	8.891
CL	2.660	41	0	0	2.701
CT	1.279	120	65	2.345	3.809
EN	1.481	537	0	0	2.018
ME	0	1.377	690	215	2.282
PA	7.234	2.274	43	199	9.750
RG	6.539	165	0	0	6.704
SR	3.737	292	27	0	4.056
TP	4.359	504	320	0	5.183
Totale	35.140	5.486	1.145	3.623	45.591

Tabella 2. Demanio Forestale Regionale in Sicilia. Superfici e distribuzione provinciale delle pinete.

SUMMARY

FOREST MANAGEMENT, ENERGY FROM BIOMASS AND REDUCTION OF CO₂ EMISSION IN MEDITERRANEAN ENVIRONMENTS. THE ACTIONS OF THE REGIONAL FOREST SERVICE OF THE SICILIAN REGION

In Sicily they are present public property forests for 168,552 hectares managed from the Regional Forest Service (ARFD). Draft of forest population of Mediterranean type, whose management came realized in past, with traditional criteria for such atmospheres, privileging the fight to the erosion and the conservation of natural atmospheres. With the start of unitary strategies to International and

Communitarian level for the control of the emissions of CO₂, they have been under way activities of managerial character addressed to such scope, in particular for: 1) the recovery biomass from intercalary selvicolturali participations; 2) the increase of the organic fraction and the present dead wood in forest; 3) the increase of the regional boscata surface, with reforestation and afforestation; 4) the use to energetic use of biomasses of eucalitto with the feeding of one thermoelectric central of next realization.

RÉSUMÉ

AMENAGEMENT FORESTIER, ENERGIE PAR LES BIOMASSES ET REDUCTION DES EMISSIONS DE CO₂ EN MILIEU MEDITERRANEEN.

LES ACTIONS DU DEPARTEMENT SERVICE REGIONAL DES FORETS DOMANIALES EN SICILE

En Sicile les forêts publiques administrées par le Service Régional des Forêts (ARFD) s'élèvent à 168.552 hectares. Il s'agit de populations forestières de type méditerranéen, la gestion desquelles a été réalisée dans le passé selon des critères traditionnels, en privilégiant la lutte à l'érosion et la conservation des milieux naturels. Suite à la promotion de stratégies unitaires au niveau International et Communautaire pour la limitation des émissions de CO₂, des activités de caractère gestionnaire adressées à tel but ont été promues, en particulier à fin de : 1) récupérer la biomasse des élagages; 2) augmenter la fraction organique et du bois mort laissée au sol; 3) augmenter la surface des forêts régionales avec la reforestation et l'afforestation; 4) utiliser à des fins énergétiques la biomasse d'eucalypte pour l'alimentation d'une central thermoélectrique qui sera réalisée prochainement.

BIBLIOGRAFIA

AA. VV., 2004 - *Piano Forestale Regionale. Linee Guida*. Gazzetta Ufficiale della Regione Siciliana (P. I) n. 50 del 19.11.2004.
AFDRS, 2002 - *Studio sulla meccanizzazione forestale*

nelle utilizzazioni degli eucalitteti demaniali. Di Spinelli R., Rapporto interno non pubblicato a cura di L. Saporito.

Ciancio O., Corona P., Marchetti M., Nocentini S., 2002 - *Linee guida per la gestione sostenibile delle risorse forestali e pastorali nei parchi nazionali*. Accademia Italiana di Scienze Forestali. Firenze.

ISAFSA, 2006 - *Inventario nazionale foreste e serbatoi carbonio*. Roma.

M.A.F., 1986 - *Inventario Forestale Nazionale*. Roma.

Saporito L., 1999a. - *Elaborazione di una funzione allometrica in popolamenti di Eucaliptus occidentalis della Sicilia centrale suscettibili di destinazione quale biomassa ad uso energetico*. Atti II° Congresso della Società Italiana di Selvicoltura ed Ecologia Forestale. Applicazioni e prospettive per la ricerca forestale, p. 289-294.

Saporito L., 1999b - *Prove di diradamento in impianti adulti di Eucalytus camaldulensis Dehn. in Sicilia*. Sherwood, foreste ed alberi oggi, 48, p. 19-24.

Saporito L., 2001 - *Prospettive di impiego per usi energetici della biomassa di eucalitto in Sicilia*. Sherwood, foreste ed alberi oggi, 70, p. 43-48.

Saporito L., Cipolla V., Antinoro S., 2002 - *Il Demanio Forestale della Regione Siciliana*. Prime elaborazioni quanti-qualitative dal G.I.S. del Dipartimento Azienda Regionale Foreste Demaniali. Collana Editoriale Sicilia Foreste. Palermo 2002. Volume n. 18.

Saporito L., 2003 - *Funzione allometrica per eucalitteti della Sicilia centrale*. Sherwood, foreste ed alberi oggi, 86, p. 29-35.

Saporito L., 2004 - *Studio dendrometrico ed ipotesi di diradamento in una pineta di pino d'aleppo nella RNO "Monte Genuardo e Santa Maria del Bosco (PA)*. Rivista dell'Azienda Foreste Demaniali della Regione Sicilia, Palermo, 43-44, p. 5-10.

Saporito L., 2007 - *Il Patrimonio forestale regionale*. In Risorsa Ambiente. L'azione dell'Azienda Regionale delle Foreste Demaniali Sicilia. Seristampa Palermo, p. 25-36.

Pilli R., Anfodillo T., Dalla Valle E., 2007 - *L'applicazione del protocollo di Kyoto nel settore forestale: il ruolo dello stato e delle regioni e le necessarie sinergie*. Forest@ 4 (2): 147-150.

