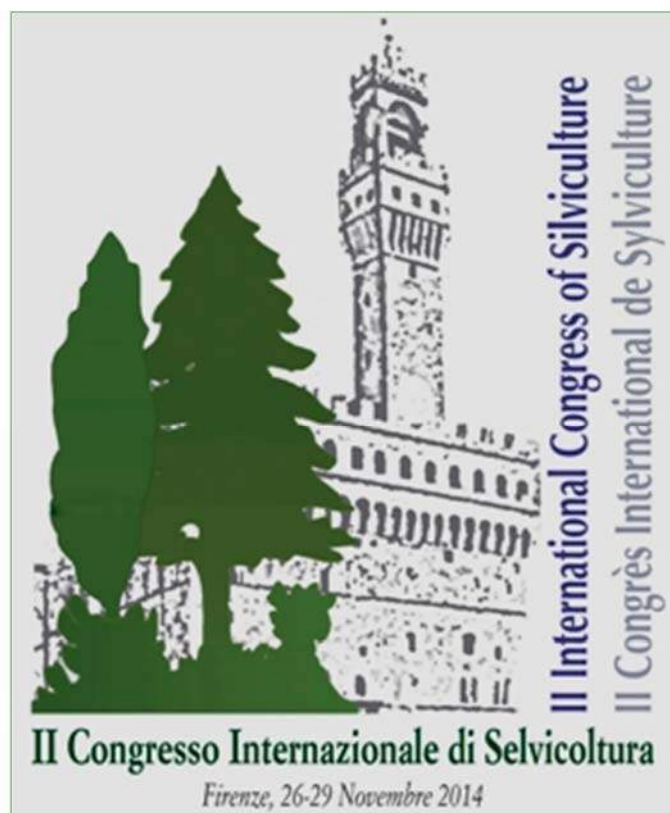




Accademia Italiana
di Scienze Forestali

Sotto l'Alto Patronato del Presidente della Repubblica
Under the High Patronage of the President of the Italian Republic



ATTI
del Secondo Congresso Internazionale di Selvicoltura
Progettare il futuro per il settore forestale

Firenze, 26-29 Novembre 2014

PROCEEDINGS
of the Second International Congress of Silviculture
Designing the future of the forestry sector

Florence, 26-29 November 2014

VOL. II

Accademia Italiana di Scienze Forestali
Firenze - 2015

Quanto esposto è di esclusiva proprietà scientifica e intellettuale degli Autori ed esclude ogni responsabilità del curatore e dell'Editore.

Intellectual and scientific property is exclusively of the authors of each contribution and does not entail responsibility of the editor and the publisher.

A cura di / *Edited by*
Orazio Ciancio

Con la collaborazione di / *In collaboration with*
Alga Ciuti, *Accademia Italiana di Scienze Forestali*
Chiara Lisa, *Accademia Italiana di Scienze Forestali*
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 stampati grazie al contributo della Regione Toscana.

These Proceedings have been printed with the financial support of the Tuscany Region.

© 2015 Accademia Italiana di Scienze Forestali
Piazza Edison 11
50133 Firenze

ISBN 978-88-87553-21-5

Comitato Scientifico / *Scientific Committee*

Presidente / *President*: ORAZIO CIANCIO, Accademia Italiana di Scienze Forestali

Membri / *Members*

NALDO ANSELMI, Università della Tuscia
SANZIO BALDINI, Unione Nazionale Istituti Ricerche Forestali
GIUSEPPE BARBERA, Università di Palermo
ANDREA BATTISTI, Università di Padova
STEFANO BERTI, Consiglio Nazionale delle Ricerche
STEFANO BISOFFI, Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura
CARLO BLASI, Università La Sapienza Roma
MARCO BORGHETTI, Università della Basilicata
ALESSANDRO BOTTACCI, Dirigente del CFS
GIOVANNI BOVIO, Università di Torino
GÉRARD BUTTOUD, Food and Agricultural Organization
PAOLO CAPRETTI, Università di Firenze
PAOLO CASANOVA, Università di Firenze
LEONARDO CASINI, Università di Firenze
RAFFAELE CAVALLI, Università di Padova
CARLO CHIOSTRI, Regione Toscana
GHERARDO CHIRICI, Università del Molise
CRISTIANA COLPI, Università di Padova
PIERMARIA CORONA, Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura
GIORGIO CORRADO, Università della Tuscia
PAOLO DE ANGELIS, Università della Tuscia
SANDRO DETTORI, Università di Sassari
LORENZO FATTORINI, Università di Siena
AGOSTINO FERRARA, Università della Basilicata
MARCO FIORAVANTI, Università di Firenze
CLAUDIO GARRONE, Federlegnoarredo
RAFFAELLO GIANNINI, Accademia Italiana di Scienze Forestali
ERVEDO GIORDANO, Fondazione San Giovanni Gualberto
GIANLUCA GIOVANNINI, Università di Firenze
GIOVANNI GULISANO, Università Mediterranea Reggio Calabria
AMERIGO HOFMANN, Fondazione San Giovanni Gualberto
PAOLO INGLESE, Università di Palermo
FRANCESCO IOVINO, Università della Calabria
VITTORIO LEONE, Università della Basilicata
FRANCESCO LORETO, Consiglio Nazionale delle Ricerche
PIETRO LUCIANO, Università di Sassari
FEDERICO MAETZKE, Università di Palermo
FEDERICO MAGNANI, Università di Bologna
MARCO MARCHETTI, Università del Molise
ENRICO MARCHI, Università di Firenze
ENRICO MARONE, Università di Firenze
FAUSTO MARTINELLI, Corpo Forestale dello Stato
LUIGI MASUTTI, Università di Padova
STEFANO MAZZOLENI, Università di Napoli
GIULIANO MENGUZZATO, Università degli Studi Mediterranea
CHRISTIAN MESSIER, Università del Quebec Canada
GIANFRANCO MINOTTA, Università di Torino
PAOLO MORI, Compagnia delle Foreste
RENZO MOTTA, Università di Torino
PAOLO NANNIPIERI, Università di Firenze
SUSANNA NOCENTINI, Università di Firenze
MARCO PACI, Università di Firenze
MARCELLO PAGLIAI, Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura
MARC PALAHI, European Forest Institute
NAZARIO PALMIERI, Dirigente del CFS
ELENA PAOLETTI, Consiglio Nazionale delle Ricerche

DAVIDE PETTENELLA, Università di Padova
BRUNO PETRUCCI, Ministero dell'Ambiente
GIACOMO PIETRAMELLARA, Università di Firenze
GIANLUCA PIOVESAN, Università della Toscana
LUIGI PORTOGHESI, Università della Toscana
KLAUS PUETTMANN, Oregon State University, USA
ALESSANDRO RAGAZZI, Università di Firenze
FRANCESCO MARIA RAIMONDO, Università di Palermo
FEDERICO ROGGERO, Università di Teramo
EDUARDO ROJAS BRIALES, Food and Agricultural Organization
MANUELA ROMAGNOLI, Università della Toscana
RAOUL ROMANO, INEA
SEVERINO ROMANO, Università della Basilicata
FABIO SALBITANO, Università di Firenze
JESUS SAN MIGUEL AYANZ, Joint Research Centre European Commission
GIOVANNI SANESI, Università di Bari
GIUSEPPE SCARASCIA MUGNOZZA, Università della Toscana
BARTOLOMEO SCHIRONE, Università della Toscana
ROBERTO SCOTTI, Università di Sassari
GIANFRANCO SCRINZI, Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura
ANDREA TANI, Università di Firenze
FABIO TERRIBILE, Università di Napoli
ROBERTO TOGNETTI, Università del Molise
MARCO TOGNI, Università di Firenze
CARLO URBINATI, Università Politecnica delle Marche
LUCA UZIELLI, Università di Firenze
GIOVANNI VENDRAMIN, Consiglio Nazionale delle Ricerche
ANTONELLO ZULBERTI, Federazione Italiana Parchi e Riserve Naturali (Federparchi)

Con il patrocinio di / *Under the Patronage of*

- Presidenza del Consiglio dei Ministri
- Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali
- Ministero dei beni e delle attività culturali e del turismo
- Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare
- Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome
- Expo Milano 2015
- La Toscana verso EXPO
- Toscana Promozione
- Università di Firenze
- Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura
- Progetto Integral
- Istituto Nazionale di Economia Agraria
- GESAAF- Dipartimento di gestione dei sistemi agrari, alimentari e forestali dell'università di Firenze
- Provincia di Firenze
- Comune di Firenze
- Accademia dei Georgofili
- Consiglio dell'Ordine Nazionale dei dottori agronomi e dei Dottori Forestali (CONAF)
- Società Italiana di Selvicoltura ed Ecologia Forestale (SISEF)
- Unione Nazionale delle Accademie per le Scienze Applicate allo Sviluppo dell'Agricoltura, alla Sicurezza Alimentare ed alla Tutela Ambientale (UNASA)
- Unione Zoologica Italiana

Con il contributo di / *With the support of*

- Ente Cassa di Risparmio di Firenze
- Consorzio Chianti
- Marchesi de' Frescobaldi
- PEFC
- Associazione Euroimprese

INDICE / TABLE OF CONTENTS

Volume I

PREFAZIONE	Pag.	XIX
PREFACE	»	XXI

SEDUTA INAUGURALE / OPENING CEREMONY

Indirizzi di apertura / Opening addresses

Alessia Bettini, Assessore all'Ambiente del Comune di Firenze / <i>Head of the Department of the Environment of the Municipality of Florence</i>	»	3
Roberto Ruta, Senatore dell'Ufficio di Presidenza della 9 ^a Commissione permanente del Senato Agricoltura e produzione agroalimentare / <i>Presidential Office of the 9th Permanent Commission on Agriculture and Food Production of the Italian Senate</i>	»	3
Giuseppe Castiglione, Sottosegretario del Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali / <i>Under Secretary of the Ministry of Agricultural, Food and Forestry Policies</i>	»	4
Gianni Salvadori, Assessore all'Agricoltura della Regione Toscana / <i>Head of the Department of Agriculture of Tuscany Region</i>	»	6
Cesare Patrone, Capo del Corpo Forestale dello Stato / <i>Head of the Italian State Forest Service</i>	»	7
Giuseppe Surico, Presidente della Scuola di Agraria dell'Università degli Studi di Firenze / <i>President of the School of Agriculture, University of Florence</i>	»	8
Leonardo Casini, Vice Direttore del Dipartimento di Gestione dei Sistemi Agrari, Alimentari e Forestali dell'Università degli Studi di Firenze / <i>Vice Director of the Department of Agricultural, Food and Forestry Systems, University of Florence</i>	»	9
Giampiero Maracchi, Presidente dell'Accademia dei Georgofili / <i>President of the Academy of Georgofili</i>	»	11
Augusto Marinelli, Vice Presidente dell'Accademia Italiana di Scienze Forestali / <i>Vice President of the Italian Academy of Forest Sciences</i>	»	13
Eduardo Mansur, <i>Director, Forest Assessment, Management and Conservation, Forestry Department, FAO - Global bioeconomy and the world forest resources</i>	»	15

Introduzione al Congresso / Introduction to the Congress

Orazio Ciancio, Presidente dell'Accademia Italiana di Scienze Forestali / <i>President of the Italian Academy of Forest Sciences</i>	»	
- Progettare il futuro per il settore forestale. La silvosistemica: conoscere per operare	»	23
- <i>Designing the future of the forestry sector. Silvosistemica: to know is to act</i>	»	33

SESSIONE 1 - ECOLOGIA, BIODIVERSITÀ, GENETICA E PROCESSI DI ADATTAMENTO DELLE FORESTE AI CAMBIAMENTI CLIMATICI

SESSION 1 - ECOLOGY, BIODIVERSITY, GENETICS AND FOREST ADAPTATION PROCESSES TO CLIMATE CHANGE

Chairpersons Marco Borghetti, Raffaello Giannini

Relazioni Orali / Oral presentations

Paffetti D., Fiorentini S., Vettori C., Bottalico F., Buonamici A., Maltoni A., Nocentini S., Giannini R., Travaglini D. - La struttura genetica spaziale della diversità genetica può essere utilizzata come indicatore di vetustà dei boschi di faggio? Primi risultati in Italia centrale - <i>Can spatially explicit genetic structure be used as an indicator of old-growthness in beech dominated stands? First results from central Italy</i>	»	47
Bonavita S., Vendramin G.G., Bernardini V., Avolio S., Regina T.M.R. - Prima stima mediante marcatori SSR della variazione genetica tra le popolazioni di <i>Pinus laricio</i> Poiret nel loro naturale areale di distribuzione - <i>The first SSR-based assessment of genetic variation among Pinus laricio Poiret populations within their native area</i>	»	55
Spanu I., Vettori C., Giannini R., Paffetti D. - Struttura genetica spaziale di una popolazione relictta di <i>Taxus baccata</i> L. - <i>Spatial genetic structure of Taxus baccata L. relict population</i>	»	60

Varela M.C., Tessier C., Ladier J., Dettori S., Filigheddu M., Bellarosa R., Vessella F., Almeida M.H., Sampaio T., Patrício M.S. - <i>Characterization of the international network FAIR 202 of provenance and progeny trials of cork oak on multiple sites for further use on forest sustainable management and conservation of genetic resources</i> - La rete internazionale FAIR 202: caratterizzazione di provenienze e progenie di quercia da sughero per l'ulteriore utilizzo in sistemi di gestione forestale sostenibile e per la conservazione delle risorse genetiche	Pag.	65
Varela M.C. - <i>Reproductive behaviour and clonal stump/root propagation and consequences for sustainable genetic variability in cork oak and holm oak in Portugal</i> - Comportamento riproduttivo e clonale ceppo / propagazione radice e le conseguenze per la variabilità genetica sostenibile in sughero e leccio in Portogallo	»	74
Zanella A. - <i>Novità sulle forme di humus - News about humus forms</i>	»	81
Lagomarsino A., Mazza G., Agnelli A.E. - <i>Processes involved in green-house gas emissions and mitigation potential of forest soil</i> - Emissioni di gas ad effetto serra da suoli forestali: processi e potenzialità di mitigazione	»	91
Carrari E., Ampoorter E., Verheyen K., Coppi A., Selvi F. - <i>Il significato ecologico delle carbonaie per la vegetazione erbaceo-arbustiva e la rinnovazione arborea delle foreste mediterranee - The ecological role of former charcoal kiln sites for understorey vegetation and tree regeneration in Mediterranean forests</i>	»	99
Papais E., Gallo A., Bini C. - <i>Valutazione dello stock di carbonio di suoli forestali del Friuli V.G. (NE Italia) - Carbon stock evaluation from topsoil of forest stands in Friuli V.G. (NE Italy)</i>	»	104
Marras T., Radoglou K., Smirnakou S., Schirone B. - <i>Artificial propagation of Oriental Plane through leds</i> - Propagazione artificiale del Platano orientale mediante LED	»	110
Dey D.C., Guyette R.P., Schweitzer C.J., Stambaugh M.C., Kabrick J.M. - <i>Restoring oak forests, woodlands and savannas using modern silvicultural analogs to historic cultural fire regimes</i> - Restauro delle savane e dei boschi di quercia utilizzando le moderne conoscenze derivanti dalla ricerca sulla storia degli incendi	»	116
Gentilesca T., Camele I., Colangelo M., Lauteri M., Lapolla A., Ripullone F. - <i>Il declino dei soprassuoli di querce nel sud Italia: il caso di studio del bosco di Gorgoglione - Oak forest decline in Southern Italy: the study case of Gorgoglione forest</i>	»	123
Ascoli D., Vacchiano G., Maringer J., Fraia F., Conedera M., Bovio G. - <i>L'interazione fra effetti del fuoco e pasciona favorisce la rinnovazione del faggio - The interaction between fire effects and masting favors beech regeneration</i>	»	130
Romano S., Fanelli L., Viccaro M., di Napoli F., Cozzi M. - <i>I cambiamenti climatici e la funzione sink dei boschi - Climate change and the sink function of forest</i>	»	140
Maresi G., Battisti A., Maltoni A., Turchetti T. - <i>Gestione dei boschi di castagno e problematiche fitosanitarie - Chestnut wood management in relation to phytosanitary problems</i>	»	148
Gonthier P., Faccoli M., Garbelotto M., Capretti P. - <i>Invasioni biologiche ed effetti sulla biodiversità forestale - Bioinvasions and their effects on the forest biodiversity</i>	»	155
Di Filippo A., Baliva M., De Angelis M., Piovesan G. - <i>Analisi dendroecologica della pineta vetusta di Fregene (Fiomicino - RM) - Dendroecological study of the old-growth Pinus pinea forest of Fregene (Fiomicino - Rome)</i>	»	161
Posters	»	
De Luca A., Monteverdi M.C., Kuzminsky E., Valentini R. - <i>Popolamenti spagnoli di Tamarix spp. in ambienti estremi - Spanish Tamarix spp. populations and extreme environments</i>	»	169
Mancini G.M., Giannini R., Travaglini D. - <i>Variazione del limite altitudinale del bosco sui Monti della Laga (Provincia di Teramo) - The timberline variation on the Monti della Laga (province of Teramo)</i>	»	173
Marianello C., Mechilli M., Ortolani M.R., Bellarosa R. - <i>Influenza delle luci LED sulla crescita di piantine di Quercus ilex L. e Myrtus communis L. - Influence of the LED lights on the growth of Quercus ilex L. and Myrtus communis L. seedlings</i>	»	178
Merlino A., Baliva M., Di Filippo A., Piovesan G., Solano F. - <i>Analisi strutturali e dendroecologiche su popolamenti di Quercus petraea subsp. austrothyrrhenica Brullo, Guarino e Siracusa nel Parco Regionale delle Madonie (Sicilia) - Structural and dendroecological analysis of Quercus petraea subsp. austrothyrrhenica Brullo, Guarino & Siracusa in the Madonie Natural Park (Sicily)</i>	»	183
Ortolani M.R., Mechilli M., Marianello C., Bellarosa R. - <i>Innovazione tecnologica nella produzione di piantine di Myrtus communis (L.) e Quercus ilex (L.) - Innovative technology in Myrtus communis (L.) and Quercus ilex (L.) seedlings production</i>	»	190
Calderaro C., Palombo C., Fracasso R., Tognetti R., Marchetti M. - <i>Dinamiche di vegetazione di pino mugo e faggio nell'ecotono della treeline in risposta ai cambiamenti climatici e di uso del suolo sul massiccio della Majella - Mountain pine and beech at the treeline: vegetation dynamics with climate and land-use changes on the Majella massif</i>	»	194

Abstracts

Carriero G., Mills G., Hayes F., Brunetti C., Tattini M., Fares S., Calfapietra C., Paoletti E. - <i>Compound-specific effect of VOCs emission in Betula pendula, Roth under O₃ exposure and N fertilization</i>	Pag.	205
Certini G. - <i>Il ruolo dei suoli forestali nel sequestro del carbonio - The role of forest soils in carbon sequestration</i>	»	205
Gualdi V. - <i>La selvicoltura sistemica riferita alle molteplici espressioni della foresta mediterranea dell'Italia meridionale peninsulare - Systemic forest management for Southern Italy's numerous Mediterranean forest types</i>	»	206
Hoai N.T., Nam V.N. - <i>Carbon accumulation of natural forest in the central highland of Vietnam</i>	»	207
Hoshika Y., Carriero G., Zhang Y., Feng Z., Paoletti E. - <i>Ozone-induced stomatal sluggishness is related to ozone uptake per net photosynthetic rate in three tree species in China</i>	»	207
Hoshika Y., Pignattelli S., Carriero G., Lazzara M., Bartolini P., Pecori F., Paoletti E. - <i>Stomatal ozone flux-response relationship for net photosynthesis in poplar trees treated with or without EDU</i>	»	208
Lascoux M. - <i>Clinal variation and the genetic basis of adaptive traits in trees</i>	»	208
Lombardi F., Parisi F., Sciarretta A., Campanaro A., Tognetti R., Chirici G., Trematerra P., Marchetti M. - <i>Relazioni tra struttura forestale, indicatori di naturalità e fauna saproxilica: un caso studio nell'abetina di "Abeti Soprani" (Molise) - Forest structure, indicators of naturalness and saproxylic fauna: a case study in the "Abeti Soprani" silver fir forest (Molise)</i>	»	208
Magnani F. - <i>Forest water-use efficiency. Acclimation to climate and global change, interactions with forest management</i>	»	209
Mencuccini M. - <i>Functional responses and management strategies of woodlands and forests in relation to vulnerabilities caused by increased drought risks</i>	»	210
Panzacchi P., Ventura M., Wellstein C., Angeli S., Brusetti L., Burruso L., Casagrande S., Scandellari F., Zerbe S., Tonon G. - <i>Effetto delle deposizioni azotate sulle caratteristiche strutturali e funzionali di un ecosistema forestale in Trentino - Alto Adige: un approccio multidisciplinare - Effect of nitrogen deposition on structural and functional characteristics of a forest ecosystem in Trentino - Alto Adige: a multidisciplinary approach</i>	»	210
Pasquini S., Mizzau M., Petrusa E., Braidot E., Patui S., Gorian F., Lambardi M., Vianello A. - <i>Stato energetico e capacità antiossidante in semi recalcitranti di leccio (Quercus ilex L.) conservati in sacchetti di polietilene - Energetic status and antioxidant capacity in recalcitrant seeds of holm oak stored in polyethylene bags</i>	»	212
Piermattei A., Garbarino M., Renzaglia F., Urbinati C. - <i>Ricolonizzazione in altitudine di Pinus nigra nell'Appennino centrale: dinamismi preparatori all'innalzamento della treeline? - High altitude encroachment of Pinus nigra in central Apennines: a natural process preparing a treeline upshift?</i>	»	212
Sirca C., Salis M., Bosu G., Spano D. - <i>Comportamento ecofisiologico della quercia da sughero in condizioni naturali - Gas exchange and water potential monitoring in cork oak trees under natural conditions</i>	»	214
Vendramin G.G. - <i>Molecular signatures of climate adaptation in Mediterranean conifers</i>	»	215
Westergren M., Božič G., Konnert M., Fussi B., Aravanopoulos F., Kraigher H. - <i>Monitoring of genetic diversity - an early warning system to aid the assessment of a species response to environmental change at a long-term temporal scale</i>	»	215
Wu C., Pullinen I., Andres S., Carriero G., Fares S., Goldbach H., Hacker L., Kasal T., Kiendler-Scharr A., Kleist E., Paoletti E., Wahner A., Wildt J., Mentel T.F. - <i>Impacts of soil moisture on de-novo monoterpene emissions from European beech, Holm oak, Scots pine, and Norway spruce</i>	»	216

SESSIONE 2 - SELVICOLTURA E SALVAGUARDIA DEL TERRITORIO

SESSION 2 - SILVICULTURE AND PROTECTIVE FUNCTIONS OF THE FOREST

Chairperson Francesco Iovino

Relazioni orali / Oral presentations

Bončina A., Simončič T. - <i>Changes of forests and forest management in a changing world</i>	»	221
Iovino F., Nocentini S. - <i>Selvicoltura e tutela del territorio - Silviculture and land protection</i>	»	226
Aumento della complessità nei sistemi forestali semplificati e miglioramento dei boschi cedui Increasing complexity in simplified forest systems and improvement of coppice forests		
Portoghesi L. - <i>I boschi di fronte al cambiamento globale: quale il ruolo della selvicoltura? - Forest and global change: will silviculture still have a role?</i>	»	236

Andreatta G. - Il ceduo a sterzo nell'Appennino romagnolo: trattamento del passato o possibile realtà per il futuro? - <i>Coppice selection system in the Apennines of Romagna: a practice of the past, or a realistic possibility for the future?</i>	Pag.	241
Borchi S., Miozzo M. - Monitoraggio compositivo e strutturale della Foresta de La Verna (Italia - AR) attraverso la gestione selvicolturale dal 1890 a oggi - <i>Monitoring compositional and structural features of La Verna Forest (Italy - AR) through silvicultural management from 1890 to present</i>	»	249
Bottalico F., Bottacci A., Galipò G., Nocentini S., Torrini L., Travaglini D., Ciancio O. - Formazione dei gap causati dal vento in soprassuoli coetanei di abete bianco (<i>Abies alba</i> Mill.). Un caso di studio nella montagna appenninica (Italia centrale) - <i>Naturally-induced gap formation in even-aged silver fir (Abies alba Mill.) stands. A case study in the Apennine mountains (central Italy)</i> ...	»	257
Pircher G., Broll M. - I lariceti di protezione in val Venosta (BZ). Sfida selvicolturale in un contesto di impatti negativi - <i>The larch-dominated protection forest stands in Val Venosta (BZ). Silvicultural challenge in a context of negative impacts</i>	»	263
Cappelli V. - Recenti aspetti selvicolturali di Terre Regionali Toscane (Azienda Agricola di Alberese) - <i>Recent silvicultural aspects of "Terre Regionali Toscane" (Azienda Agricola di Alberese)</i>	»	269
Colpi C., Munari N. - Prove di diradamento selettivo in un ceduo di faggio in conversione sull'Altopiano dei Sette Comuni (VI) - <i>Free thinning in a Beech coppice in conversion to high forest on The Seven Municipalities Plateau (North-Eastern Italy)</i>	»	274
Diaz-Maroto I.J., Vila-Lameiro P. - <i>Pedunculate or common oak (Quercus robur L.) silviculture in natural stands of Galicia (NW Spain): environmental restrictions</i> - Selvicoltura della quercia pedunculata o farnia (<i>Quercus robur</i> L.) in popolamenti naturali della Galizia (NO Spagna): restrizioni ambientali	»	282
Gradi A. - Passato, presente, futuro della selvicoltura appenninica	»	289
Gonnelli V., Grifoni F., Quilghini G., Bottacci A., Zoccola A. - Impatto di erbivori selvatici sulla vegetazione erbacea ed arbustiva nelle abetine delle Riserve Naturali Casentinesi: asportazione di biomassa, alterazione della dinamica della vegetazione, semplificazione della flora e impatto sulla rinnovazione forestale - <i>Impact of wild herbivores grazing on herbaceous vegetation and shrubs at the silver fir forest of the Riserve Naturali Casentinesi: removal of biomass, alteration of vegetation dynamics, simplification of flora and impact on forest regeneration</i>	»	299
Hofmann A.A. - Il bosco per l'uomo, l'uomo per il bosco. Considerazioni antropologiche sulla selvicoltura - <i>Woods for Man, Man for woods. Anthropologic reflections on silviculture</i>	»	308
Mattioli W., Barbati A., Portoghesi L., Ferrari B., Burrascano S., Sabatini F.M., Di Santo D., De Vita A., Gioiosa M., Giuliarelli D. - Il Progetto LIFE+ FAGUS: sperimentazione di approcci selvicolturali per coniugare uso e conservazione della biodiversità nelle faggete appenniniche - <i>LIFE+ FAGUS project: testing silvicultural approach to conjugate use and biodiversity conservation in Apennine beech forests</i>	»	315
Ottaviani C. - Vincoli sui territori forestali: puntualizzare e rendere coerenti gli obiettivi di tutela, unificare i procedimenti di valutazione - <i>Constraints in forest lands: accurately defining and bringing consistence to the objectives of protection, unify the evaluation procedures</i>	»	323
Biagioni A., Corsi F., Pezzo F., Tassi F. - Pinete costiere e necessità di conservazione forestale, faunistica e paesaggistica. Il Tombolo di Grosseto - <i>Coastal pinewoods and the need of forest, wildlife and landscape conservation. The "Tombolo" of Grosseto</i>	»	329
Ubertini C. - Il fondamento etico della selvicoltura contemporanea - <i>The ethical basis of contemporary silviculture</i>	»	337
Diaz-Maroto I.J., Vila-Lameiro P. - <i>Epidometric, bioclimatic and silvicultural characterization of oaklands (Quercus petraea Matts. Liebl) in Northwest of the Iberian Peninsula by cluster analysis: management guidelines</i> - Caratterizzazione incrementale, bioclimatica e selvicolturale dei boschi di quercia (<i>Quercus petraea</i> Matts Liebl.) nel nord-ovest della Penisola Iberica attraverso <i>cluster analysis</i> : linee guida di gestione	»	342
Lopinto M. - Indagine sui danni da <i>Pammene fasciana</i> (L.) nei castagneti da frutto del Vulture (Basilicata) - <i>The assement of damages caused by "Pammene fasciana" (Basilicata)</i>	»	351
Recupero forestale di aree degradate e di territori non più utilizzabili per fini agricoli <i>Forest recovery of degraded areas and abandoned agricultural lands</i>		
Abrami A. - Linee evolutive dell'ordinamento giuridico forestale	»	356
Maetzke F.G. - Rimboschimento e recupero di soprassuoli forestali artificiali degradati: due aspetti fondamentali per la salvaguardia del territorio montano - <i>Reforestation and degraded tree plantation recovery as fundamental tools for land and slope safeguard</i>	»	361
Iovino F., Colace D., Stepancich J.C., Nicolaci A. - Il valore dei rimboschimenti nel recupero dei territori degradati - <i>The value of reforestation in the recovery of degraded territories</i>	»	366

Prevenzione delle cause di degrado dei boschi - avversità entomologiche e fitopatologiche

Prevention of forest degradation factors - pests and diseases

Battisti A., Masutti L. - Strategie di difesa dai fitofagi in relazione ai cambiamenti ambientali - <i>Forest system protection in relation to environmental changes affecting herbivores</i>	Pag.	379
Anselmi N., Ragazzi A. - Foreste italiane: strategie per la prevenzione delle malattie crittogamiche - <i>Italian forests: strategies for preventing cryptogamic diseases</i>	»	386
Caramalli P. - Indagini fitopatologiche urgenti sulla diffusione di <i>Chalara fraxinea</i> Kowalski nelle riserve naturali statali dell'Alto Adriatico (Romagna, Italia) - <i>Fast survey on Chalara fraxinea Kowalski diffusion in the Alto Adriatico State Nature Reserves (Romagna coast, Italy)</i> ...	»	392
Scanu B., Vannini A., Franceschini A., Vettraino A.M., Ginetti B., Moricca S. - <i>Phytophthora</i> spp. nelle foreste mediterranee - <i>Phytophthora spp. in Mediterranean forests</i>	»	402

Prevenzione delle cause di degrado dei boschi - incendi

Prevention of forest degradation factors - fires

Bovio G. - Prevenzione selvicolturale degli incendi boschivi - <i>Silvicultural prevention of forest fires</i>	»	408
Elia M., Laforteza R., Lovreglio R., Sanesi G. - <i>Fuel models for Mediterranean wildland-urban interfaces in Southern Italy</i> - Modelli di combustibile ad hoc per le aree di interfaccia urbano-foresta del sud Italia	»	416
Foderi C., Vacchiano G. - Modelli di rischio di innesco di incendio in Valle d'Aosta: analisi delle interazioni tra componenti naturali e antropiche per l'ottimizzazione dei modelli - <i>Wildfire ignition risk modeling in Aosta Valley: natural and anthropogenic components interactions analysis for models optimization</i>	»	426
Marziliano P.A., Menguzzato G., Barreca L., Scuderi A. - Rinnovazione naturale post incendio in una pineta di pino d'Aleppo in ambiente mediterraneo - <i>Post-fire regeneration of a Pinus halepensis forest in Mediterranean environment</i>	»	432
Notarnicola G. - Analisi della rinnovazione naturale post-incendio in una pineta litoranea. Un caso di studio nella Riserva Naturale "Stornara" - <i>Analysis of post-fire regeneration in a coastal pine forest. A case study in the "Stornara" Natural Reserve</i>	»	438
Zadina M., Purina L., Pobiarzens A., Katrevics J., Jansons J., Jansons A. - <i>Height-growth dynamics of Scots pine (Pinus sylvestris L.) in burned and clearcut areas in hemiboreal forests, Latvia</i> - La dinamica della crescita in altezza del pino silvestre (<i>Pinus sylvestris</i> L.) nelle aree bruciate e in quelle disboscate a taglio raso delle foreste emiboreali, Lettonia	»	443

Modalità di utilizzazione a basso impatto ambientale

Low impact forest utilization and logging systems

Marchi E., Certini G. - Impatti ambientali delle utilizzazioni forestali e strategie di mitigazione - <i>Environmental impact of forest operations and possible countermeasures</i>	»	448
Bartolozzi L., Ignesti S., Leoncini A. - Lo stato delle utilizzazioni boschive in provincia di Firenze: un'analisi dei controlli eseguiti dal Corpo Forestale dello Stato nel quinquennio 2009-2013 - <i>The status of forest utilizations in the province of Florence: an analysis of the controls carried out by Corpo Forestale dello Stato during the 2009-2013 period</i>	»	454
Cambi M., Fabiano F., Foderi C., Marchi E. - Impatto sul suolo forestale per il transito di un trattore forestale. Un caso di studio nell'Italia centrale - <i>Impact on the soil due to forestry tractor trafficking. A case study in central Italy</i>	»	459
Proto A.R., Zimbalatti G., Bernardi B. - Nuovi strumenti al servizio delle utilizzazioni forestali - <i>New tools at the service of forest utilization</i>	»	463
Dani A., Preti F. - Evoluzione temporale della stabilità di versante a seguito di trattamenti selvicolturali - <i>Slope stability temporal changes due to timber harvesting</i>	»	469

Posters

Cristinzio G., Bosso L., Somma S., Varlese R., Saracino A. - <i>Serious damage by Diplodia africana on Pinus pinea in the Vesuvius National Park (Campania Region, Southern Italy)</i>	»	479
Gui L., Castelletti S., Maresi G. - Recupero di un impianto sperimentale di farnia soggetto a deperimento - <i>Recovering of a declining pedunculata oak stands</i>	»	482
Meloni F., Nosenzo A., Martelletti S., Motta R., Lazzaro Q., Pela A., Sibille M.C. - Il recupero di habitat degradati attraverso trent'anni di imboschimenti nel Parco delle Lame del Sesia (Piemonte) - <i>Restoration ecology in degraded habitats of "Lame del Sesia" Protected Area (Piedmont) by a thirty years afforestation program</i>	»	487
Sirca C., Filigheddu M.R., Zucca G.M., Cillara M., Bacciu A., Bosu S., Dettori S. - <i>Long-term researches on post fire recovery techniques of cork oak stands</i> - Esperienze di recupero post-incendio delle foreste di quercia da sughero	»	491

Abstracts

Berretti R., Vacchiano G., Motta R., Negro M., Palestini C., Rolando A. - Gestione delle faggete e conservazione della biodiversità in un sito Natura 2000 - <i>Beech forest management and biodiversity conservation in a Natura 2000 site</i>	Pag.	499
Compagno R., Venturella G., La Mela Veca D.S., Maetzke F.G., Cullotta S., Gargano M.L. - Biodiversità dei funghi lignicoli in ecosistemi forestali della Sicilia, analisi comparativa e potenziale influenza dei trattamenti selvicolturali - <i>Wood-inhabiting fungal diversity in forest ecosystems of Sicily (Southern Italy), comparative analysis and potential influence of silvicultural treatments</i>	»	499
Cullotta S., La Placa G., Lo Casto A., Maetzke F.G. - Pratiche di ceduzione in popolamenti marginali di faggio in Sicilia: criticità e riduzione dello stato di salute in soprassuoli frammentati - <i>Coppice practices in the southernmost beech forest of Europe (Sicily): reduced tree health in fragmented stands at the range edge</i>	»	500
Motta R., Berretti R., Dotta A., Motta Frè V., Terzuolo P.G. - Il governo misto: una forma di governo antica adatta alle esigenze di oggi - <i>The coexistence between regeneration from stools and regeneration from seeds in the same stand as a management tool in Piedmont (Italy): new rules for an old silvicultural system</i>	»	502
Terribile F., Iamarino M., Marano G., Valentini S. - Evidenze di una stretta associazione: le foreste italiane ed i loro suoli fertili, nascosti e fragili - <i>Evidences about an intimate relationship: Italian forests and their hidden but powerful and very fragile soils</i>	»	502
Urbinati C., Agnoloni S., Bagnara L., Gallucci V., Garbarino M., Iorio G., Renzaglia F., Santini E. - Faggete appenniniche dell'Italia centrale: strutture, funzioni e selvicoltura in transizione - <i>Beech forests in Central Apennines: adaptive management for structure and functions in transition</i>	»	503

SESSIONE 3 - CAMBIAMENTI GLOBALI: SELVICOLTURA, RESILIENZA DEI PAESAGGI FORESTALI E PRODUZIONE DI SERVIZI ECOSISTEMICI

SESSION 3 - GLOBAL CHANGE: SILVICULTURE, RESILIENCE OF FOREST LANDSCAPES AND ECOSYSTEM SERVICES

Chairperson Giovanni Sanesi

Relazioni orali / Oral presentations

Cutini A., Chianucci F., Apollonio M. - <i>Wild ungulates and forests in Europe: insights from long term studies in Central Italy</i> - Rapporti fra ungulati selvatici e foreste in Europa: riflessioni e indicazioni di ricerche decennali condotte in Italia centrale	»	509
Bianchi L., Lelli C., Paci M., Quilghini G. - Successioni secondarie in prati e pascoli casentinesi: conseguenze paesaggistiche e funzionali - <i>Secondary successions in meadows and pastures in the Casentino Valley (Tuscany): landscape and functional consequences</i>	»	518
Sitzia T., Cattani M., Dissegna M., Pasutto I., Giupponi C. - <i>Climate change adaptation strategies in forest management: use of a decision support system for a district forest plan</i> - Strategie di adattamento ai cambiamenti climatici nella gestione delle foreste: applicazione di un sistema di supporto decisionale ad un piano forestale comprensoriale	»	527
Fabbio G., Cantiani P., Ferretti F., Chiavetta U., Bertini G., Becagli C., Di Salvatore U., Bernardini V., Tomaiuolo M., Matteucci G., De Cinti B. - <i>Adaptive silviculture to face up to the new challenges: the ManForCBD experience</i> - Selvicoltura adattativa per affrontare le nuove sfide: l'esperienza ManForCBD	»	531
Maluccio S., Romano R., Brotto L., Maso D., Corradini G., Portaccio A., Perugini L., Chiriaco M.V. - Il mercato volontario forestale del carbonio in Italia - <i>The voluntary forest market of carbon credits in Italy</i>	»	539
Marino D., Schirpke U., Gaglioppa P., Guadagno R., Marucci A., Palmieri M., Pellegrino D., Comini B., Concetti B. - Stima dei Servizi Ecosistemici forniti dalle foreste italiane: primi risultati del progetto LIFE+ Making Good Natura - <i>Assessment of Ecosystem Services provided by Italian forests: first results from Life+ Making Good Natura project</i>	»	545
Marziliano P.A., Veltri A., Menguzzato G., Pellicone G., Coletta V. - <i>A comparative study between "default method" and "stock change method" of Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry (IPCC, 2003) to evaluate carbon stock changes in forest</i> - Uno studio comparativo tra il metodo "default" e quello dello "stock change" della Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry (IPCC, 2003) per valutare le variazioni di stock di carbonio in foresta	»	551

Pelleri F., Ferretti F. - <i>Relevance of secondary forest successions and their possible management - Rilevanza delle successioni secondarie e loro possibile gestione</i>	Pag.	558
Vadalà G. - <i>Cibo valore comune, non un bene qualsiasi: ruolo multifunzionale dell'agricoltura - Food common value, not a simple asset: multifunctional role of agriculture</i>	»	565

Posters

Agrimi M. - <i>Inventari forestali per la gestione delle aree boscate nei parchi storici - Forest inventories for management of woodlands in historical parks</i>	»	573
Degli Antoni P., Angiolini S. - <i>Rinaturalizzazione e ricoltivazione dei terreni agricoli abbandonati in Toscana 1954-2014 - Renaturation and recultivation of abandoned farmland in Tuscany 1954-2014</i>	»	579
Maetzke F.G., Cullotta S., Miozzo M., Saporito L., Sferlazza S., La Mela Veca D.S. - <i>Resilienza al cambiamento climatico nelle foreste mediterranee - Climate change resilience of Mediterranean forests</i>	»	585
Nosenzo A., Meloni F., Ferrarato M., Ferrazzi P., Freppaz M., Lonati M., Martelletti S., Paone A., Cucerzan F., Motta R. - <i>Efficacia degli interventi di restauro ecologico lungo il tracciato ferroviario ad alta velocità To-Mi - Effectiveness of tree planting for ecological restoration along a high-speed railway track</i>	»	592
Serenelli C., Salbitano F., Sanesi G., Brini S., Chiesura A. - <i>La foresta urbana per la città sostenibile. Verso un inventario italiano dei boschi urbani e periurbani - The Urban Forest for a sustainable city. Toward an Italian inventory of urban and periurban forests</i>	»	596

Abstracts

Chassany J.P., Bonin G., Afxantidis D. - <i>La place du paysage dans les activités de l'Association (française) Forêt Méditerranéenne</i>	»	605
Corrieri U., Latini M.P., Biagioni A. - <i>Salvaguardare le pinete litoranee in Italia: il caso di Marina di Grosseto</i>	»	605
Cullotta S., Barbera G., Motisi A. - <i>Approcci quantitativi allo studio della complessità e resilienza e relazioni ecogeografiche nei paesaggi agro-forestali e forestali della Sicilia - Landscape structure, resilience and ecogeographic relations between agro-forestry and forestry landscapes of Sicily: quantitative approaches</i>	»	606
Fico R., Ambrogi C. - <i>Pressione della fauna selvatica sul territorio rurale e montano</i>	»	607
Lisa C., Travaglini D. - <i>L'importanza di tutelare un albero monumentale - The importance of preserving a monumental tree</i>	»	607
Masini S. - <i>Agricoltura multifunzionale ed economia di prossimità</i>	»	608
Motta R., Borgogno Mondino E., Garbarino M., Lingua E., Meloni F., Sibona E., Vacchiano G. - <i>Land use and land cover changes in mountain regions: patterns and drivers in the last 50 years - Paesaggio forestale ed uso del suolo nelle foreste di montagna negli ultimi 50 anni</i>	»	609
Salbitano F. - <i>Boschi urbani e cambiamenti globali: sfide internazionali e azioni locali - Urban forests and global changes: international challenges and local actions</i>	»	610
Travaglini D., Botalico F., Nocentini S., Rossi P., Salbitano F., Sanesi G. - <i>Le pinete di pino domestico (Pinus pinea L.) sono un paesaggio costiero in via di estinzione? Un caso di studio in Regione Toscana (Italia centrale) - Are Italian stone pine forests (Pinus pinea L.) a vanishing coastal landscape? A case study in Tuscany Region (central Italy)</i>	»	611
Vadalà G., Rosati R., Quilghini G. - <i>Itinerari delle tipicità alimentari e forestali: valori ambientali e culturali del paesaggio alimentare nazionale</i>	»	612
Vizzarri M., Garfi V., Travaglini D., Oradini A., Marchetti M. - <i>Come la gestione forestale influenza il sequestro di carbonio: il caso delle faggete montane in Italia - How forest management affects carbon sequestration: the case of montane beech forests in Italy</i>	»	612

VOLUME II

SESSIONE 4 - BIOECONOMIA E SICUREZZA DELLE PRODUZIONI FORESTALI

SESSION 4 - BIO-ECONOMY AND SECURITY OF FOREST PRODUCTIONS

Chairperson Piermaria Corona

Relazioni orali / Oral presentations

Buttoud G. - <i>Towards a "better" governance of the forest sector in the perspective of a global bio-economy: 5 lessons learnt from theory and practice - Per una "migliore" governance del settore forestale</i>	»	619
--	---	-----

Marinelli A., Marone E. - Il valore economico totale dei boschi della Toscana - <i>The total economic value of Tuscany forests</i>	Pag.	623
Corona P., Scrinzi G. - Sicurezza dell'approvvigionamento di materiale legnoso forestale in Italia e innovazioni per la tracciabilità dei prodotti legnosi - <i>Security of the wood production from the Italian forests and innovation for wood product traceability</i>	»	631
Motta Fre V., Cremonini C., Negro F., Testaceni G., Zanuttini R. - Attività di supporto alle imprese forestali del Piemonte per agevolare il recepimento del Regolamento UE n. 995/2010 (EUTR) - <i>Support to Piemonte forest enterprises aimed at facilitating the adoption of the Regulation UE n. 995/2010 (EUTR)</i>	»	638
Carbone F., Brunori A. - Il ruolo bioeconomico delle certificazioni della gestione forestale sostenibile in Italia - <i>Bioeconomic role of sustainable forest management certification schemes in Italy</i>	»	643
Ducci F., Cantiani P., Cutini A., Dettori S. - <i>Forests and non wooden products in Italy</i> - Foreste e prodotti non legnosi in Italia	»	650
Facciotto G., Minotta G., Paris P., Pelleri F. - <i>Tree farming, agroforestry and the new green revolution. A necessary alliance</i> - Arboricoltura da legno ed agroforestry per un approvvigionamento sostenibile di legno da industria e da energia	»	658
Mori P. - Piantagioni policicliche: arboricoltura e selvicoltura più vicine - <i>Polycyclic Plantation: narrow the gap between tree farming and forest</i>	»	670
Mariotti B., Maltoni A., Tani A. - Produzione vivaistica forestale e potenzialità applicative del "Target Plant Concept" - <i>Forest nursery stock production and new chances resulting from the "Target Plant Concept"</i>	»	676
Saulino L., Teobaldelli M., Cona F., Todaro L., Saracino A. - <i>Diameter distribution and stool biomass partitioning in a native black poplar population and in a selected hybrid poplar clone under short rotation forestry</i> - Distribuzione diametrica e ripartizione della biomassa in un pioppo nero autoctono e in un pioppo ibrido selezionato cresciuti in ceduo a turno breve	»	683

Posters

Brunori A. - <i>PEFC certification in Italy, state of art and consumers recognition</i> - Certificazione PEFC in Italia, stato dell'arte e riconoscibilità tra i consumatori	»	693
Ciccarese L., Cascone C., Pellegrino P. - <i>ISPRA role in the PROFORBIOMED project</i> - Il ruolo di ISPRA nel progetto PROFORBIOMED	»	697
Cozzi M., Viccaro M., Di Napoli F., Ventura G., Romano S. - Connessioni tra acque reflue e bioenergie: un'analisi empirica - <i>Linkages between wastewater and bioenergy: an empirical analysis</i>	»	702

SESSIONE 5 - ECONOMIA FORESTALE

SESSION 5 - FOREST ECONOMICS AND POLICY

Chairperson Davide Pettenella

Relazioni orali / Oral presentations

Hoen F.H., Hetemaki L. - <i>The forest-based sector in Europe - status, structural changes and future prospects - as seen from the North</i> - Il settore forestale in Europa: stato, cambiamenti strutturali e prospettive future da una prospettiva nord-europea	»	715
--	---	-----

Economia delle produzioni forestali / Economy of forest productions

Brun F., Mosso A., Blanc S. - Utilizzazioni boschive e valore dei prelievi legnosi in Piemonte - <i>Management and estimate of forest utilization value in Piedmont</i>	»	721
Fratini R., Riccioli F. - Lo studio della filiera foresta legno in Toscana. Prospettive per il futuro - <i>The analysis of the forest-wood chain in Tuscany. The prospects for the future of the Tuscan timber</i>	»	727
Vidale E., Da Re R., Lovrik M., Corradini G., Pettenella D. - <i>International trade of the NWFP: any opportunity for the Italian forest sector?</i> - Mercato internazionale dei PFNL: qualche opportunità per il settore forestale italiano?	»	734

Sostenibilità della produzione / Production sustainability

Alampi Sottini V., Bernetti I., Cipollaro M., Fagarazzi C., Sacchelli S. - <i>Environmental and social sustainability and supply chain efficiency in the production of biomass energy</i> - Sostenibilità ambientale e sociale ed efficienza di filiera nella produzione di energia da biomasse	»	754
	»	

Politica forestale e nuovi sistemi di governance del settore
Forest policy and new governance systems

Carbone F. - Il trasferimento su scala locale degli indirizzi di politica forestale internazionale. L'esperienza dei Castelli Romani - <i>The transfer of the guidelines of international forest policy at the local level: the experience of the Castelli Romani</i>	Pag.	759
Palmieri N. - La manutenzione del patrimonio forestale per l'economia montana, la difesa del suolo, dell'ambiente e del paesaggio - <i>Forest resources management to promote the mountain economy, soil protection, biodiversity and landscape conditions</i>	»	767
Romano S., Cozzi M., Ventura G., Viccaro M. - Un modello di governance innovativo nella gestione delle foreste appenniniche italiane - <i>An innovative model of governance in the forest management of the Italian Apennine</i>	»	770
Romano R., Marandola D. - Le politiche forestali in Italia: tema di nicchia oppure reale occasione di sviluppo integrato per il Paese? Criticità, opportunità e strumenti alle soglie della programmazione 2014-2020 - <i>Forest policy in Italy: a niche theme or a real opportunity for an integrated development of the Country? Weaknesses, opportunities and tools at the threshold of the 2014-2020 programming period</i>	»	775

L'applicazione dei piani e delle normative forestali
Application of forest programs and laws

Galluzzo N. - <i>Efficiency of agro-forestation subsidies towards Italian farms</i> - Efficienza dell'agro-forestazione nelle imprese agricole italiane	»	780
Rocco M., Gallozzi M.R. - Applicazione del Regolamento EU/995/2010 in Italia: il sistema di <i>Due Diligence</i> LegnOK - <i>The implementation of the Regulation EU/995/2010 in Italy: the Due Diligence System's LegnOK</i>	»	788
Sitzia T., Campagnaro T., Cattani M., Trentanovi G. - <i>A new European regulation on invasive alien species and its importance for forestry</i> - Un nuovo regolamento europeo sulle specie esotiche invasive e la sua importanza per la selvicoltura	»	791

Posters

Proto A.R., Larizza M., Zimbalatti G. - L'attuazione delle misure PSR nel settore forestale in Calabria - <i>The implementation of the Rural Development Programme measures in the forestry sector in Calabria</i>	»	797
--	---	-----

Abstracts

Di Lallo G., Maesano M., Masiero M., Marchetti M. - Accesso dei piccoli proprietari forestali alla certificazione FSC: un'analisi delle principali criticità e opportunità in Europa - <i>Access of smallholders to FSC certification in Europe: an analysis of main drivers and barriers</i>	»	805
Rakotoarison H., Loisel P. - Optimizing silviculture under multiple risks: a study case of beech in France	»	806
Marandola D., Marongiu S., Paris P., Pisanelli A., Romano R., Rosati A. - Il ruolo della Politica di Sviluppo Rurale per la diffusione dei sistemi agroforestali in UE: l'esperienza 2007-2013 e le prospettive per la programmazione 2014-2020 - <i>The role of Rural Development Policy in supporting agroforestry systems in EU: the experience of 2007-2013 and perspectives for 2014-2020 programming periods</i>	»	806
Vacchiano G., Berretti R., Allocco M., Blanchard G., Dotta A., Terzuolo P.G., Petrella F. - Crediti di carbonio volontari da attività selvicolturali in Piemonte - <i>Voluntary carbon credits by forest management activities in Piedmont</i>	»	807

**SESSIONE 6 - CAPITALE UMANO:
INNOVAZIONE, QUALIFICAZIONE, ERGONOMIA E SALUTE**

**SESSION 6 - HUMAN CAPITAL IN SILVICULTURE:
INNOVATION, QUALIFICATION, ERGONOMICS AND HEALTH**

Chairperson Enrico Marchi

Relazioni orali / Oral presentations

Visser R. - <i>New harvesting innovations to improve health and safety</i> - Innovazione delle utilizzazioni forestali per migliorare salute e sicurezza	»	813
Giordano E., Recanatesi F. - L'evoluzione dell'insegnamento forestale: il caso Italia - <i>The evolution of Forestry Education: the Italy case</i>	»	818

McEwan A., Steenkamp J. - <i>Silviculture modernization in the South African forestry industry - Modernizzazione della selvicoltura nell'industria forestale sudafricana</i>	Pag.	822
Calienno L., Camillotti G., Lo Monaco A., Picchio R., Sirna A., Spina R. - <i>Logging activities in slope areas, heli-logging or cable yarder in Italy - Utilizzazioni in aree acclivi, possibile impiego degli elicotteri in alternativa alle gru a cavo in Italia</i>	»	827
Roggero F. - <i>La direzione lavori negli interventi forestali - The management of forestry works in forestry operations</i>	»	832
Miligi L., Salvadori A., Cortini B., Piro S., Verdi S., Martini A., Sciarra G. - <i>Nuove esposizioni ed effetti sulla salute nei lavoratori forestali - New exposures and health effects in forestry workers</i>	»	844
Laschi A., Vicentini L., Riondato R., Neri F. - <i>Infortuni nei lavori forestali: analisi e valutazione sulla base della casistica registrata nella Provincia Autonoma di Trento per il periodo 2004-2013 - Forest operation accidents: analysis and assessment based on the events occurred to Trento Province's workers in the period 2004-2013</i>	»	853
Maistrelli F. - <i>I "martelloscopi" in Alto Adige: 10 anni d'esperienza pratica ed evoluzione futura - Virtual tree marking areas in South Tyrol: 10 years experiences and future development</i>	»	859
Cielo P., Pesce F. - <i>Percorsi scolastici e formazione professionale per gli operatori forestali: dinamiche e prospettive comuni in Europa - Education and forest vocational training for forestry workers: differences and common developments in Europe</i>	»	864
Motta Fre V., Haudemand J.C., Penco D. - <i>La formazione professionale forestale nello spazio transalpino tra l'Italia e la Francia - Vocational forest training in the Alpine Space between Italy and France</i>	»	872
D'Autilia U., Pennacchini F., Berretta C. - <i>L'arte di tenere razionalmente le selve. La normativa che disciplina il governo dei boschi. La metodologia didattica a sostegno della formazione nelle Scuole del Corpo forestale dello Stato - Rational management of forests - Woodland management in accordance with current regulations - Didactic methodology supporting education in the State Forestry Corps schools</i>	»	878
Posters	»	
Di Prinzio M., Martini A. - <i>La pubblicità degli interventi forestali</i>	»	887
Pecora G., Todaro L., Moretti N. - <i>Optimization of timber harvesting using GIS-based system - Ottimizzazione della raccolta di legname mediante GIS</i>	»	892
Abstracts		
Romano R., Cielo P., Motta Fre V., Brenta P., Gaiani G., Marchi E., Mori P., Pesce F. - <i>La formazione professionale per gli operatori del settore forestale in Italia - Proposta di linee guida per il periodo di programmazione 2014-2020 - Forest vocational training in Italy. Proposed guidelines in application of European RDP funding 2014-2020</i>	»	899
Salbitano F. - <i>Il capitale culturale e naturale in selvicoltura: creare consenso attraverso azioni di comunicazione, sensibilizzazione e costruzione di capacità - Cultural and natural capital in forestry: reaching consensus via communication, awareness raising and capacity building</i>	»	900
Sisti A., Pecora C. - <i>Un modello per lo sviluppo dell'innovazione in selvicoltura: il dottore agronomo e il dottore forestale quale "Innovation Broker"</i>	»	901
Spinelli R. - <i>Innovazione tecnologica e selvicoltura attiva - Technological innovation and active forest management</i>		902

SESSIONE 7 - MONITORAGGIO E PIANIFICAZIONE

SESSION 7 - FOREST MONITORING AND PLANNING

Chairperson Marco Marchetti

Relazioni orali / Oral presentations

Somogyi Z. - <i>Forest monitoring to promote sustainability in the 21st century</i>	»	907
Nocentini S. - <i>Managing forests as complex adaptive systems: an issue of theory and method - La gestione del bosco come sistema biologico complesso e adattativo: una questione di teoria e di metodo</i>	»	913

Innovazione nei sistemi e metodi inventariali

Advances in operational monitoring and inventorying technologies

Calvo E., Barbante E., Dentamaro I., Cappa V. - <i>L'Inventario delle foreste urbane e periurbane in Regione Lombardia - Inventory of urban and periurban forests in Lombardy Region</i>	»	919
--	---	-----

Cocozza C., Palombo C., Anichini M., Tognetti R., Giovannelli A., La Porta N., Emiliani G. - <i>Climate signals derived from day-to-day analysis: climate sensitivity of Picea abies in Trentino</i> - Segnali del clima dall'analisi giorno per giorno: sensitività al clima di <i>Picea abies</i> in Trentino	Pag.	926
---	------	-----

Innovazione nella pianificazione forestale / *New requirements in forest planning*

Cipollaro S., Pompili M., Logiurato A., Racana A., Orlando V., Panzardi G., Bellotti A., Ferrari R. - I Piani di Assestamento Forestale quali strumenti di attuazione delle Misure di Tutela e Conservazione dei Siti Rete Natura 2000 Basilicata: la ZSC "Abetina di Laurenzana" (Pz) - <i>The forest management plans as tools for the implementation of the Protection and Conservation Measures of Basilicata Natura 2000 Network sites: the SAC "Abetina di Laurenzana" (PZ)</i>	»	933
La Mela Veca D.S., Clementi G., Fiasconaro E., Traina G. - Gestione dei rimboschimenti in ambiente mediterraneo e uso energetico della biomassa: il caso studio dei Monti Sicani (Sicilia occidentale) - <i>Management of Mediterranean reforestations and the energetic use of the biomass: the case study of the Sicani Mountains (Western Sicily)</i>	»	940
Formica A., Schettino A., De Vivo G. - Ricerca scientifica e conservazione della biodiversità; 4 anni di attività nel Parco Nazionale del Pollino - <i>Scientific research and conservation of biodiversity; 4 years of activity in Pollino National Park</i>	»	948
Laudati M. - Il ruolo dei parchi nella gestione del territorio - <i>The role of protected areas in land management</i>	»	953

Monitoraggio per la gestione forestale sostenibile *Monitoring for sustainable forest management*

D'Aprile F., Tapper N., Marchetti M. - <i>Climate variability in sustainable forest management</i> - Variabilità climatica nella gestione forestale sostenibile	»	958
Greco S. - Tracce di memoria: la pianificazione e la tutela territoriale italiana nella documentazione storica del Corpo forestale dello Stato - <i>Traces of memory: planning and land protection in the historical record of the Italian State Forestry Corps</i>	»	964
L'Abate G., Bianchetto E., Costantini E.A.C. - <i>The soil database and forest soil sample collection of the National Centre for Soil Mapping (CRA-ABP)</i> - La banca dati e la collezione di campioni di suolo forestale del Centro Nazionale di Cartografia Pedologica (CRA-ABP)	»	970
Lozano O.M., Salis M., Ager A.A., Alcasena Urdiroz F., Arca B., Finney M.A., Bacciu V., Spano D. - Variazioni spazio-temporali del regime e dell'esposizione agli incendi in Sardegna, Italia - <i>Spatiotemporal variations in wildfire regime and exposure for Sardinia, Italy</i>	»	975

Posters

D'Aprile F., Tapper N., Marchetti M. - <i>Crown transparency and "butt rot" in silver fir (Abies alba Mill.) in Middle Italy</i> - Trasparenza della chioma e marciume interno del tronco dell'abete bianco (<i>Abies alba</i> Mill.) nell'Appennino toscano	»	985
Feducci M., Poli L., Laschi A., Foderi C., Esposito A., Capretti P. - Drone: un nuovo strumento per il monitoraggio del verde urbano? - <i>Drone: a new tool in the urban forest monitoring?</i>	»	992
Ottaviano M., Tonti D., Di Martino P., Chirici G., Marchetti M. - Influenza degli alberi fuori foresta sul paesaggio agro-forestale - <i>Influence of trees outside forest on the agroforestry landscape</i>	»	996
Sallustio L., Palombo C., Tognetti R., Lasserre B., Marchetti M. - Nuovi paradigmi per la pianificazione territoriale dei paesaggi montani in trasformazione - <i>New paradigms for land use planning in a changing mountain landscape</i>	»	1004

Abstracts

Calvo E., Selleri B., Sanesi G., Barbante E. - La gestione del progetto EMoNFUr LIFE+ 10/ENV/IT/399 - <i>The governance of Project EMoNFUr LIFE+ 10/ENV/IT/399</i>	»	1017
Chirici G., Balsi M., Esposito S., Fallavolita P., Mura M., Santopuoli G., La Mela Veca D.S., Marchetti M. - Utilizzo di sistemi di scansione laser su veicoli aerei a pilotaggio remoto per il monitoraggio degli ecosistemi forestali - <i>Laser scanning systems on unmanned aerial vehicles for forest ecosystems monitoring</i>	»	1018
Chirici G., Bastrup Birk A., Marchetti M. - Monitoraggio della naturalità delle foreste a scala pan-europea: il caso di studio dei boschi di faggio - <i>Pan-European forest naturalness monitoring: the beech case study</i>	»	1018
Juma R., Pukkala T., de-Miguel S., Muchiri M. - <i>Using irregular permanent plot data to calibrate growth simulators - a case study for Pinus patula in Kenya</i>	»	1020

Lovreglio R., Campus S., Scotti R., Mura M., Piredda I., d'Angelo M. - Dinamiche vegetazionali pre e post incendio e indirizzi selvicolturali per la pineta costiera artificiale di <i>Pinus pinea</i> L. di Arborea (Sardegna) - <i>Pre and post fire regeneration dynamics and silvicultural management for the coastal stone pine (Pinus pinea L.) in Arborea (Sardinia)</i>	Pag.	1020
Meloni F., Sibona E., Caffò L., Garbarino M., Motta R. - LiDAR come supporto alla gestione sostenibile delle foreste montane: caso studio in Alta Val di Susa - <i>LiDAR as a support for the sustainable management of mountain forests: High Susa Valley test site</i>	»	1022
Mollicone D. - <i>Global Forest Survey</i> , una rete globale e permanente di aree di saggio per il monitoraggio delle foreste - <i>Global Forest Survey, a global network of permanent sampling plot to monitor forests</i>	»	1023
Sirca C., Caddeo A., Marras S., Bacciu V., Spano D. - Stima della biomassa epigea di popolamenti a macchia mediterranea - <i>Biomass estimation of Mediterranean maquis ecosystem</i>	»	1023
Sallustio L., Marchetti M., Bottalico F., Vizzarri M., Antonello L., Barbati A., Chirici G., Corona P., Cullotta S., Laforteza R., Nocentini S., Lombardi F. - Modellizzazione degli effetti di scenari di gestione forestale alternativi sulla produzione legnosa in contesti mediterranei. L'approccio MiMoSe - <i>Modeling the influence of alternative forest management scenarios on wood production in the Mediterranean region. The MiMoSe approach</i>	»	1025

SESSIONE 8 – INNOVAZIONE, SOSTENIBILITÀ E IMPATTI DELL'USO DEL LEGNO

SESSION 8 - INNOVATION, SUSTAINABILITY AND IMPACT OF WOOD UTILIZATION

Chairperson Luca Uzielli

Relazioni orali / Oral presentations

Van Acker J. - <i>The use of wood, a factor in developing sustainability</i> - L'uso del legno, fattore dello sviluppo della sostenibilità	»	1031
Berti S., Zanuttini R. - Ruolo e contributo del settore della tecnologia del legno e delle utilizzazioni forestali nel contesto formativo, scientifico e produttivo in Italia - <i>Role and contribution of wood technology and forest harvesting in the context of education, scientific and productive sectors in Italy</i>	»	1037
Brunetti M., Bacher M., Berti S., Burato P., Nocetti M. - Classificazione a macchina per impieghi strutturali: nuove opportunità per il legno italiano massiccio e incollato - <i>Machine strength grading of structural timber: new opportunities for the Italian solid wood and glued laminated timber</i>	»	1046
Cibecchini D., Cavalli A. - Valorizzazione del legno di faggio italiano per impiego strutturale - <i>Increasing the value of Italian beech through structural use</i>	»	1050
Scotti R., Mura M., Piredda I., Campus S., Lovreglio R. - Gestione forestale sostenibile in Sardegna: dal legno al legname, le funzioni di profilo - <i>Sustainable forest management in Sardegna: from wood to timber, the role of taper functions</i>	»	1056
Cremonini C., Fringuellino M., Negro F., Zanuttini R. - OPTISOUNDWOOD: un progetto multidisciplinare per lo sviluppo di manufatti a base di legno innovativi - <i>OPTISOUNDWOOD: a multidisciplinary project for developing innovative wood based products</i>	»	1062
Fellin M., Negri M. - Elettricità dai residui forestali: pirogassificazione con impianti di piccola taglia - <i>Electricity from forest residues: pyrogasification with small scale plants</i>	»	1066
Forster R., Pokorny B., Zapata J.L. - <i>Emerging markets for tropical lesser-known species and their impact on sustainable forest management in Southeast Mexico</i> - Mercati emergenti per specie tropicali meno conosciute e loro impatto sulla gestione forestale sostenibile nel sud est del Messico	»	1073
Goli G., Barnini L., Cocchi L., Di Giulio G., Marcon B., Mazzanti P., Signorini G., Fioravanti M. - <i>Improving timber properties of fast growing species by heat treatment</i> - Valorizzazione di specie a rapido accrescimento tramite trattamento termico	»	1081
Silvestri A., Vinciguerra V., Santamaria U., Cavalli D., Togni M., Pernarella R., Romagnoli M. - Trattamenti termici come strumento per migliorare il legno di scarsa qualità proveniente da rimboschimenti di conifere - <i>Heat treatments to improve low quality wood from conifer reforested sites</i>	»	1086
Negri M., Fellin M., Sandak A., Sandak J. - La qualità del legno: misure speditive con tecnologie innovative - <i>Wood quality: fast measurements with innovative technologies</i>	»	1094
Lo Monaco A., Calienno L., Agresti G., Fodaro D., Pelosi C., Picchio R. - <i>Innovative methodologies for the analysis of the conservation state on wooden surfaces</i> - Metodologie innovative per l'analisi dello stato di conservazione di superfici lignee	»	1099

Posters

Romagnoli M., Silvestri A., Recanatesi F., Tinelli A., Maffei L., Moroni S. - Indicatori di deperimento nel legno delle querce monumentali della Tenuta Presidenziale di Castelporziano (Roma) - <i>Decline signals in the wood of the monumental oaks of the Presidential Estate of Castelporziano (Rome)</i>	»	1107
--	---	------

Cetera P., Lovaglio T., Todaro L. - La tecnica XPS: un supporto alle analisi delle superfici legnose. Il caso del legno di cerro sottoposto a raggi UV-C - <i>The XPS technique: a support for analysing the wood surface. A case study of the Turkey oak wood after UV-C irradiation</i>	Pag.	1115
Urso T., Crivellaro A. - La tecnologia del legno: esperienze didattiche dalla scuola primaria all'università - <i>Wood technology: teaching experience from primary to university</i>	»	1120
Urso T., Piva P., Crivellaro A. - Legni africani chiari commercializzati in Italia: denominazioni commerciali e identificazione della specie legnosa - <i>African whitish woods commercialized in Italy: commercial names and wood identification</i>	»	1127
Zanetti M., Marini D., Masetto E., Pasqualini E., Cavalli R. - Miglioramento dell'efficienza tecnica e ambientale degli adesivi utilizzati nel settore del mobile - <i>Improving technical and environmental performance of adhesives used in the furniture industry</i>	»	1136

Abstracts

Berti S., Brunetti M., Morandini M., Paletta D., Settesoldi D., Ventre A. - Progetto DEMOSCOPE. Come trasformare un obbligo di legge in una opportunità - <i>DEMOSCOPE Project. How to change a rule in an opportunity</i>	»	1143
Fioravanti M. - Caratterizzazione degli effetti delle pratiche selvicolturali sulla qualità del legno - <i>Characterizing the effects of silvicultural practices on wood quality</i>	»	1144
Margaritelli A. - Il contributo del design all'innovazione di prodotti in legno: la case history "Listone Giordano" - <i>The contribution from design to the innovation of wooden products: the "Listone Giordano" case history</i>	»	1145
Proto A.R., Zimbalatti G., Bernardi B. - Tecniche di analisi non distruttive per la stima della qualità degli assortimenti legnosi - <i>NDT acoustic technologies for the assessment of wood quality</i>	»	1146

ROUND TABLE / TAVOLA ROTONDA

Silviculture for the future: a global outlook / Selvicoltura per il futuro: una visione globale

Chairperson Susanna Nocentini

Coates D., Messier C. - <i>Complexity science guided management of forests: viewing forests as complex adaptive systems in an uncertain world</i> - Gestire le foreste sulla base della scienza della complessità: considerare le foreste come sistemi complessi e adattativi in un mondo incerto	»	1153
Puettmann K.J. - <i>Silviculture to enhance the adaptive capacity of forests</i> - Selvicoltura e aumento della capacità adattativa delle foreste	»	1157
Coll L. - <i>Promoting diversification as a way to enhance the ability of Mediterranean forest to cope with change</i> - Promuovere la diversificazione come mezzo per aumentare la capacità delle foreste mediterranee di affrontare il cambiamento	»	1162
Putz F.E. - <i>Transitioning to a complex adaptive system approach to natural forest management in the Tropics</i> - Transizione verso un approccio basato sui sistemi complessi e adattativi nella gestione delle foreste naturali nei Tropici	»	1165
MOZIONE FINALE DEL SECONDO CONGRESSO INTERNAZIONALE DI SELVICOLTURA	»	1169
FINAL MOTION OF THE SECOND INTERNATIONAL CONGRESS OF SILVICULTURE	»	1174

SESSIONE / *SESSION 4*

BIOECONOMIA E SICUREZZA
DELLE PRODUZIONI FORESTALI

*BIO-ECONOMY AND SECURITY
OF FOREST PRODUCTIONS*

Chairperson

Piermaria Corona

SESSIONE / *SESSION 4*

RELAZIONI ORALI

ORAL PRESENTATIONS

TOWARDS A “BETTER” GOVERNANCE OF THE FOREST SECTOR IN THE PERSPECTIVE OF A GLOBAL BIO-ECONOMY: 5 LESSONS LEARNT FROM THEORY AND PRACTICE

Gérard Buttoud¹

¹University of Tuscia, Viterbo, Italy

After a brief presentation of the policy and scientific debate on the concept of governance as applied to the forestry sector, the paper focuses on 5 statements: (1) the transition from conventional forms of government to new modes of governance is a very progressive process, and never a complete change; (2) the integration of the stakeholders and the public in decision-making processes still provides the main characteristic of governance systems as they presently work; (3) curiously, searching for “good” governance usually leads to a clear re-consideration of the importance of the traditional role of the State, which was never considered as an initial objective; (4) monitoring governance requires specific assessment framework for follow-up; (5) governance does not necessarily lead to sustainability (and vice-versa). Considering that both forest and forestry form a social-ecological system, the presentation calls for re-defining forest action as a process for adapting the objective of sustainability to the context of global change.

Keywords: forest governance, global bio-economy.

Parole chiave: governance forestale, bioeconomia globale.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-gb-tow>

1. Governance: the debate

Before discussing governance issues in link to policy promoting bio-economy, a clear statement on the concept employed is needed.

Although it is very often used by the forestry technicians to globally design forest policy and sometimes management means and strategies, the concept of governance is more specific. Whilst the term of policy mainly focuses on the objectives and strategic lines that guide the public action, whilst the word management supposes a day-to-day activity in taking responsibilities in local field actions, the one of governance directly relates to the concrete ways and means used to implement a policy and organize this management. Certainly some dose of overlapping exists between the 3 notions (a policy exists to be implemented, the way to implement a policy depends on its content, organizing management includes some concrete actions that are part of management itself), the vision in the three cases is rather differentiated. When management determines “what is done”, and policy gives the “what for”, governance explains the “how”.

The introduction of the concept of governance in the field of forestry has been recent and mainly used for promoting changes from a present general situation where “government” is characterized by conventional top-down State-centered regulatory ways to implement policy objectives. On the contrary, analyzing governance supposes to weight in the decision system the interactions between actors (public, private), between sectors (environment, agriculture, land use), between levels (global, international, national, regional, local), and to test the capacity of the

whole system to be transparent and capable to carry out a proposed organization. Defining “good” governance as resulting from a voluntary increase of interactions between actors, between instruments and also between couples of relations stakeholders/actions, leads to an incremental and systemic approach that is characteristic of a process of learning democracy.

2. Governance: a crucial issue in the perspective of global bio-economy

As such, governance is a crucial issue in the context of promoting bio-economy.

First because bio-economy is supposed to aim at an optimal use of biological resources in a more sustainable and efficient manner: this means a re-organization of the strategies, and maybe also sometimes a change in the principles guiding public action and its implementation at various levels of decision. Deciding of a global strategy promoting bio-economy supposes some changes in policy, management, and also governance.

Second because bio-economy also promotes integration between various topics to be addressed (forest, environment, energy), thus needs to be conducted in an integrated manner. In this context, forest is far from being the only topic to be considered, and this gives a clear impulse towards a development of the interactions mentioned above as for the definition of the concept of governance.

This change in governance needs to be analyzed through the experience learnt so far considering the forestry sector.

3. Lesson 1: A very progressive process

A first lesson is that it appears impossible to completely change from a system to another one.

At the beginning of the story of the promotion of the concept of governance, there was a liberal vision aiming at replacing the main actor of forest policy, the State, by a supposed opposite paradigm which was found as the market. Whilst it re-defines the economic aspects in the discussion on sustainable development, bio-economy clearly appears in direct connection with this idea, as a new form of economy applied to natural resources. Replacing legal prescriptions by market mechanisms has been a recurrent discourse of the liberal conveners of the international dialogue on forests since the last 20 years at least. And the modalities to apply the model in the forestry field include the promotion of the rather new concept of bio-economy, as well as the one of "green economy" which is slightly different in definition.

However, as far as the decision-making modalities and styles are concerned, the reality came radically opposite to this idea of a complete transformation of the system. Instead of a replacement of a conventional rigid style of government by some new modes of governance that would be more flexible, the resilience of the institutional framework has led to absorb the changing tools for implementing forest policy into the same conventional structures. Certainly the type of policy, management and thus governance, have changed, but from inside, reacting to this external demand through a progressive adaptation. As a result of such a process, there was concretely a replacement of a form of government (analyzed as un-adapted) by a new form of government (and not of governance), deriving from the introduction of elements of governance in an initial system of government that was not basically transformed, leading to a mixed model that introduces modifications without changing the identity of the whole system of taking public decisions: something intermediate between government and governance.

Even in the framework of big changes introduced in the goals and strategic lines of forest policy resulting from a clear priority to bio-economy (which is not still the case, and even not in discussion presently), there would not be relevant modifications in the structure and organization destined to implement the related measures and mechanisms. A global strategy promoting bio-economy will not change the basis of the economic, institutional and regulatory framework, it will have to cope with it.

4. Lesson 2: Never without the stakeholders

The concept of governance clearly refers to a comprehensive group of criteria including efficiency, capacity, transparency and inclusion. Although all of those criteria are supposed to be taken into consideration together, a common ad conventional vision of what governance consists in usually restricts the analysis to the last one (inclusion), even most often limited to the participation of stakeholders to

decision making and implementing. For most analysts, the inclusion of actors in the process of managing public action is definitely enough for changing from the traditional (and still very present) top-down command-and-control system of government to a more modern and democratic one called "governance".

In the forestry field, the progressive transition from government to governance has worked as a slow introduction of participatory principles and approaches to decision making at various levels. In most of the cases, a passive consultation of the stakeholders has been promoted and convened by the State bodies in charge of the management of State-owned forests. The approach of consultation - where the decision makers asks for stakeholders' advice, without changing the modalities for taking decisions - has been privileged, slowly becoming a standard for sector policy and management. Certainly some attempts to go further, by discussing objectives and means in full negotiation with the actors and eventually leading to concrete partnerships in implementation, exist although still limited. However, a strategy for developing bio-economy, promoting for instance biotechnology products and services resulting from scientific researches and experiments, needs to be strongly discussed with the stakeholders and the public in order to get a sufficient accountability.

5. Lesson 3: State, the return

Whilst launching the discussion on good governance of the forest sector, the international donors and agencies were eventually searching for reducing the weight of State structures and institutions.

The idea was that those structures were working like a sort of screen between deciders and the people. State was considered as un-useful and even parasite, so that the good forest governance would be the one focusing on the market and directly responding to the demands coming from the real actors of the civil society, with the smallest possible State intervention.

Although opposite to what was initially expected, the promotion of good governance has concretely led to a spectacular return of State as the major actor in implementing forest policies. The reason for explaining such a paradox derives from the general conclusion, based on experience, that bad governance directly resulted from an absence of law-compliance: due to corruption, illegal practices for both production and trade of forest products had become structural characteristics of the public management of the forest sector, so that the first and main objective for promoting good governance was to assume first law-compliance. After voluntary and market-oriented certification schemes supposed once to provide the best instrument for promoting good management of the forests, the conventional regulation of production and trade have come back to be considered as a relevant solution. The EU FLEGT process and the related European control of timber imports give a good example of this

return of State as a central actor to improve the quality of the governance of the forest sector.

Although bio-economy, as any other form of economy, may be - in order to be sustainable - directly linked to market, there might be anyhow a need for a strong State intervention, especially as far as some ethical considerations are concerned (land to be devoted to energy production that may be concurrent to food production; cloning of plants and development of genetically modified organisms). In such a context, State may become a very central institutional driver of bio-economy, as both a producer of new models derived from scientific research, and a regulator of the best practices to be encouraged based on experience and in association with stakeholders. Partnership between public and private may become in such a context one of the best relevant strategies for promoting bio-economy in the forest sector.

6. Lesson 4: Monitoring is required

A fourth lesson learnt from the analysis of the development of governance in the forest field is that an assessment of its progresses is needed, because of the continuing changing context in which new modes of governance are moving. As governance is mainly concerned by the “how” and not the “what”, the use of indicators of means and systems is particularly relevant. In this regard, the principles, criteria and indicators commonly used to evaluate the ability to promote forest sustainable development, which are oriented towards technical and ecological aspects, are not enough. Progress towards a better governance of the forest sector has to be assessed with a rather specific approach including a set of derived corresponding referents: level of inclusion of stakeholders and the public in the process for decision-making and implementing, modalities and effectiveness of inter-sectoral co-ordination, development of multi-level interactions and related conclusions in terms of re-organization of the whole framework for decision making, level of accountability of expertise and inclusion in the participatory process, organization of the procedures and rules of the game for permanent follow-up and evaluation procedures. In addition, criteria and indicators of governance of forests should include ethical components which relate to various aspects, such as genetic manipulations or the weighting of economy in decisions.

7. Lesson 5: Does governance necessarily promote sustainability?

Opposite to what is asserted in most of the official and scientific declarations promoting governance, there might be a contradiction between this concept and sustainability. First, the 2 notions refer to different levels and positions in the decision making process: sustainability relates to policy objectives and strategic lines, and is both a goal and a principle for policy formulation, whilst governance, as an approach and procedure for a

set of means, is basically concerned with implementation.

It is quite possible that in some conditions, the objective of sustainability cannot be achieved through means of good governance, on the example of the inclusion of the users in a process of land use planning in a difficult ecological context: in the South of Morocco, the association of all farmers has not resulted in a better management of the argan agro-forestry park so far; as another example, the FLEGT mechanism and the associated EU Timber Regulation, which are supposed to verify the good governance of tropical timber imported in Europe, have led to a redirection of those exports towards uncontrolled markets (especially informal and Asiatic), countering the efforts recently done for promoting sustainable forest management in Central Africa. On the opposite, the free development of informal activities of harvesting and trade of forest products (some of them being completely illegal, and assimilated as a bad governance) has made possible a local reaction to a hard crisis which has resulted in a re-organization of land use and tenure gaining more sustainability in the long run. More generally speaking, in a context of global change (climatic, social), a good governance may lead the State and the stakeholders to privilege a style of management that reacts through adapting to various perturbations, instead of aiming at a theoretical equilibrium in a framework including ecological, social and economic components, as preconized by the search for sustainable forest development. Actions promoting SFM do not necessarily lead to better governance, and *vice-versa*.

8. Change of governance, governance of change

The introduction of bio-economy as a central goal in forest policy and management constitutes a change that will necessarily have incidences in terms of governance also. To be successful and sustainable, this change, in the same time it is a change of governance, needs to be in reaction mastered by the governance system in order to control change. Some conditions for a good governance of such a change are needed:

- Guide the change whilst minimizing the risks (*e.g.* avoid from manipulated biological material?);
- Make all changes in objectives, means and governance accepted, validated, adopted by the stakeholders included in the process of change (*e.g.* conduct systematic participatory studies of feasibility for new techniques and models?);
- Develop all possible linkages between public and private sectors (*e.g.* valorize public research in supporting relevant private activities in difficult economic context?);
- Support integrated research on both socio-economic and ecological mechanisms in order to be able to adapt to changes;
- Make business models and policy, institutional and regulatory frameworks more convergent;
- Connect permanently to final users and consumers.

If those conditions are met, the orientation towards bio-economy will not only benefit from good governance means and mechanisms, but it will provide the field and give an excellent occasion to develop good governance in the forest sector.

RIASSUNTO

Per una “migliore” governance del settore forestale

Dopo una breve presentazione del concetto di governance applicato al settore forestale, il documento si concentra su 5 aspetti: (1) il passaggio da forme convenzionali di governance a nuove modalità è un processo molto graduale; (2) l'integrazione dei soggetti interessati e del pubblico ai processi decisionali fornisce ancora la caratteristica principale dei sistemi di governance; (3) la riconsiderazione dell'importanza del ruolo tradizionale dello Stato; (4) il monitoraggio della governance richiede un quadro di valutazione specifica per il follow-up; (5) la governance non porta necessariamente alla sostenibilità (e viceversa).

BIBLIOGRAPHY

- Agrawal A., Chhatre A., Hardin R., 2008 – *Changing governance of the world's forests*. Science, 320: 460-462.
<http://dx.doi.org/10.1126/science.1155369>
- Arts B., Van Bommel S., Ros-Tonen M. Verschoor M., eds., 2012 – *Forest-people inter-faces*. Wageningen, Academic Publishers.
- Avdibegovic M., Buttoud G., Maric B., Shannon M., eds., 2012 – *Assessing forest governance in a context of change*. University of Sarajevo, Faculty of Forestry, p. 85.
- Giessen L., Buttoud G., eds, 2014 – *Assessing forest governance: analytical concepts and their application*. Forest Policy & Economics, 49: 1-71.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.forpol.2014.11.009>
- Giessen L., Kleinschmit D., Boecher M., eds, 2009 – *Expertise in forest governance*. Forest Policy & Economics, 11: 309-456.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.forpol.2009.08.002>
<http://dx.doi.org/10.1016/j.forpol.2009.08.001>
- PROFOR/FAO, 2011 – *Framework for assessing and monitoring forest governance*. PROF.

IL VALORE ECONOMICO TOTALE DEI BOSCHI DELLA TOSCANA

Augusto Marinelli¹, Enrico Marone¹

¹Dipartimento di Gestione dei Sistemi Agrari, Alimentari e Forestali, Università degli Studi di Firenze, Firenze; enrico.marone@unifi.it

L'obiettivo del lavoro è quello di individuare una metodologia di stima speditiva per la valutazione delle esternalità dei boschi per una migliore pianificazione territoriale. Il presente contributo propone la valorizzazione dei dati esistenti attraverso una metodologia di aggregazione delle informazioni disponibili finalizzata alla realizzazione di una mappa organica e dettagliata del valore economico totale delle risorse forestali della regione Toscana. In questo modo si intende rispondere a precisa richiesta della programmazione regionale di comprendere meglio il valore sociale e non solo di mercato, dei boschi, con una descrizione ad elevato dettaglio territoriale del valore delle principali funzioni svolte rispondente anche al vincolo di ottenere i risultati con il minimo costo possibile e in tempi contenuti. I risultati finali mostrano con chiarezza le potenzialità dell'approccio proposto pur evidenziando la necessità di migliorare ulteriormente le metodologie proposte e le indagini a supporto della valutazione.

Parole chiave: boschi della Toscana, valore economico totale, valori ambientali, esternalità dei boschi.

Keywords: Tuscan woods, total economic value, environmental value, forest's externalities.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-am-val>

1. Introduzione

Negli ultimi anni sono stati sviluppati nuovi strumenti di valutazione e controllo degli aspetti ambientali delle foreste; molte di queste esperienze stanno entrando a far parte del linguaggio comunemente utilizzato da amministratori pubblici e funzionari. Lo scopo del presente lavoro è quello di utilizzare le informazioni presenti nella letteratura scientifica sull'argomento, nei rapporti e rendiconti che descrivono lo stato dell'ambiente e la complessità dei sistemi forestali, integrandole tra loro al fine di indirizzare la pianificazione e la programmazione degli enti alla gestione del patrimonio forestale. Il passaggio che sembra accomunare numerose esperienze è quello di elaborare le informazioni sullo stato delle foreste collegandole con gli obiettivi di sostenibilità e con le politiche ambientali degli enti.

In questo modo è possibile utilizzare le informazioni e i dati ambientali per la verifica dei progressi compiuti. La Regione Toscana ha avviato fin dal 2005 il monitoraggio delle foreste toscane, attraverso lo strumento del Rapporto Annuale sullo stato delle Foreste in Toscana (RAFT, 2009), prendendo in esame l'insieme delle molteplici funzioni ad esse collegate ed analizzando il complesso delle attività di tutti quei soggetti che entrano in relazione con la risorsa forestale. Partendo da tali informazioni, lo scopo è quindi quello di arricchire tale patrimonio attraverso l'ausilio di metodologie di valutazione economica dell'ecosistema e delle esternalità da esso prodotte, con l'obiettivo di affiancare agli indicatori fisici e alle spese sostenute in materia ambientale un nuovo conto economico che traduca in termini monetari i benefici e i valori di utilità sociale del bosco. Lo scopo del lavoro è quello di utilizzare le diverse metodologie di

valutazione dei benefici ambientali prodotti dal bosco, e i risultati già noti in letteratura derivanti dall'applicazione delle stesse, per arrivare a definire il Valore Economico Totale dei boschi presenti in Toscana (Bernetti *et al.*, 1991; Pearce *et al.*, 2003). Come è noto tale Valore è strettamente connesso alle caratteristiche ecologiche, geomorfologiche e geografiche del soprassuolo e i molti metodi di valutazione dei benefici ambientali sono, invece, non georeferenziati e fanno riferimento a grandi comprensori forestali e territoriali. Il secondo obiettivo del lavoro è quello di spazializzare il Valore Economico Totale dei boschi della Toscana.

Gli approcci esaminati sono partiti dalle procedure di benefit transfer per arrivare a quelli di meta analisi capaci di incorporare nei diversi modelli anche variabili di tipo geografico (Baerenklau *et al.*, 2010; Eade e Moran., 1996; Perrings e Hannon, 2001). Tali modelli presentano però alcuni limiti nella disaggregazione spaziale dei valori nel momento in cui è necessario inserire anche le variabili di tipo socioeconomico, in genere disponibili su scala spaziale minima.

La cosiddetta "spazializzazione" del valore di utilità sociale, che è apparsa nella più recente letteratura internazionale, consente di apprezzare la distribuzione geografica dei valori ambientali e di sovrapporre a tali valori altre informazioni rilevanti a livello geografico.

2. Metodologia

La principale caratteristica della metodologia proposta consiste nella realizzazione di un data-set geografico a elevata risoluzione in modo da poter essere utilizzato per l'analisi costi benefici ex-ante ed ex-post al fine di migliorare la pianificazione forestale.

I dati geografici impiegati per la valutazione sono stati i seguenti:

- superfici forestali estratte dal geodatabase di uso del suolo CORINE 2006;
- geodatabase delle aree protette comunitarie, nazionali, regionali e locali;
- grafo stradale (ovvero le componenti geometriche lineari del grafo regionale delle strutture viarie e di comunicazione promosso nel 2003 dalla Regione Toscana);
- Modello Digitale del Terreno della Toscana (DTM);
- Rete Ecologica Nazionale (Boitani *et al.*, 2002);
- Geodatabase della Rete Natura 20001;
- Carta geolitologica della Toscana parte dell'archivio numerico dei dati della Regione Toscana, data di acquisizione 1993.

I geodatabases sono stati organizzati secondo un modello spaziale a griglia con lato di 100 metri, tale da consentire una soddisfacente risoluzione spaziale.

È importante sottolineare che la stima del valore economico di alcune delle funzioni del bosco analizzate è derivata in alcuni casi dall'applicazione di dati già spazializzati, mentre in altri casi è stata proprio l'utilizzazione della metodologia di spazializzazione che ha permesso di determinare il Valore Economico di una specifica funzione del bosco. Le tecniche di spazializzazione sono state applicate anche per alcune delle funzioni svolte del bosco di cui era noto il Valore Economico riferito a grandi comprensori forestali e territoriali, ma non come questo potesse diversificarsi in relazione alle caratteristiche ecologiche, geomorfologiche e geografiche del soprassuolo.

La scelta è ricaduta, di conseguenza, su quest'ultimo approccio metodologico che ha consentito di utilizzare al meglio tutti i dati disponibili al fine di migliorare gli strumenti di pianificazione forestale, utilizzando il patrimonio di conoscenze già a nostra disposizione (RAFT, 2009). Quest'ultimo aspetto, se da una parte costituisce un punto di forza del lavoro proposto, in alcuni casi può anche rappresentare un punto di debolezza in quanto non sempre i valori disponibili si sono rilevati pienamente soddisfacenti per gli obiettivi prefissati. Il lavoro, quindi, oltre a valorizzare i dati attualmente esistenti, offre la possibilità di evidenziare, lì dove l'approssimazione delle stime apparisse eccessiva, quali potrebbero essere le aree di ricerca e di indagine che è opportuno sviluppare.

L'altro aspetto rilevante dell'attività di ricerca è stato quello di essere riusciti ad associare agli indicatori fisici normalmente utilizzati nella descrizione del patrimonio boschivo a valori monetari sia per quanto concerne le spese sostenute in materia ambientale sia per la valutazione dei benefici prodotti dalle molteplici funzioni del bosco (Bishop e Romano, 1998; Romano, 2002), che corrisponde a ciò che in letteratura viene indicato come Valore Economico Totale (VET) (vedi Fig. 1).

Il VET individua il valore di uso diretto e il valore di uso indiretto associato al bosco. Nel caso del valore di uso diretto il riferimento è quello attribuibile al bene in funzione del suo effettivo uso, mentre nella valutazione dell'uso indiretto del bene si fa riferimento ai vantaggi

scaturiti dalla presenza del bene indipendentemente dal suo uso o dalla possibilità di garantire il suo uso nel futuro anche da parte delle generazioni future.

Nel caso di studio presentato il VET è stato stimato relativamente alle seguenti funzioni del bosco:

1. valore turistico-ricreativo;
2. valore naturalistico;
3. valore del servizio di regimazione dei deflussi;
4. valore del servizio idropotabile;
5. valore della produzione legnosa;
6. valore della mitigazione dai cambiamenti del clima.

Per la stima del valore dell'attività turistico ricreativa si è fatto uso delle procedure di spazializzazione che hanno consentito di attribuire a ogni singolo pixel il valore ricreativo sulla base del metodo del Travel Cost (TCM) e di stimare il valore complessivo come sommatoria dei valori dei singoli pixel (Marinelli e Romano, 1997; Romano e Genghini, 2005).

Il valore naturalistico è stato stimato sulla base delle disponibilità a pagare delle famiglie (euro/famiglia/anno) maggiormente ricorrenti in letteratura e relative alle seguenti tipologie di funzione naturalistica: biodiversità, valore ecologico e specie a rischio estinzione (Brauman *et al.*, 2007; Loomis, 2005; Signorello, 1994). Il valore della regimazione dei deflussi è stato stimato sulla base del costo di surrogazione in assenza del bosco, e in particolare ci si è basati sulla stima del costo di realizzazione delle opere idrauliche necessarie a sostituire la regimazione delle portate di massima piena in assenza del bosco; i valori sono stati stimati per ogni singolo pixel e la loro sommatoria ha permesso di individuare il valore complessivo di questa componente del VET (Asciuto *et al.*, 1988; Raggi *et al.*, 2008).

Il valore di produzione di acqua potabile è stato determinato sull'ipotesi che la miglior alternativa all'acqua di falda siano le riserve idriche immagazzinate nei bacini artificiali e sul conseguente contributo dei suoli forestali alla produzione di acqua idropotabile effettuata sulla base del bilancio idrico. I valori di immagazzinamento di acqua nei bacini idrografici in toscana sono stati individuati sulla base dei dati noti in letteratura; anche in questo caso i valori sono stati stimati per ogni singolo pixel e la loro sommatoria ha permesso di individuare il valore complessivo di questa componente del VET (Pettenella e Secco, 2006). Il valore della produzione legnosa è stato calcolato annualizzando il valore capitale del soprassuolo forestale stimato con procedure di spazializzazione delle caratteristiche tecnico-economiche dei processi produttivi forestali (RAFT, 2009).

Infine, la stima del valore di protezione dai cambiamenti climatici è avvenuta attraverso la determinazione dell'attività di fissazione del carbonio immagazzinato negli alberi calcolata per ogni singolo pixel, dipendente dall'incremento medio dei diversi popolamenti forestali, dal fattore di allocazione della biomassa e dal prezzo riscontrabile sul mercato dei crediti di carbonio (INFC, 2012; Trexler, 1991). Lì dove erano noti i valori aggregati della singola funzione svolta dal bosco le tecniche di spazializzazione ci hanno consentito di riferire tale valore al singolo pixel individuato, mentre nei casi in cui abbiamo utilizzati valori di stima puntuali questi sono stati riportati all'universo dell'intero

territorio toscano permettendoci di conoscere il valore aggregato della relativa funzione. Il risultato finale è stato quello di realizzare un data-set geografico a elevata risoluzione che può essere utilizzato per l'analisi costi benefici ex-ante ed ex-post al fine di migliorare la pianificazione forestale.

3. I risultati

Per ognuno delle 6 funzioni svolte dal bosco che abbiamo è stato possibile determinare il valore monetario complessivo e il valore spazializzato (vedi Tabella 1 e Figura 2).

Il Valore turistico-ricreativo, disaggregato tra valore dell'attività turistico-ricreativa nei parchi (127.042.118 euro annui), valore venatorio (Marinelli e Romano, 1997; Romano e Genghini, 2005; Courtney e Hill, 2006) (58.236.147 euro annui) e valore della raccolta dei funghi (34.581.988 euro annui) è risultato pari a 219.860.253 euro annui. Il Valore naturalistico, stimato sulla base delle disponibilità a pagare delle famiglie è risultato pari a 210.043.738 euro annui (Casini e Ferrini, 2002).

Il valore del servizio di regimazione dei deflussi, basto sulla stima del costo di surrogazione e calcolato in relazione alle opere di sistemazione che si renderebbero necessari e in sostituzione della regimazione svolta dal bosco, è pari 28.224.320 euro annui (De Martino *et al.*, 2002). Il Valore del servizio idropotabile, stimato partendo dall'ipotesi che la miglior alternativa all'acqua di falda siano le riserve idriche immagazzinate nei bacini artificiali legati al contributo dei suoli forestali, è risultato essere pari a 59.382.140 euro annui (Cavatassi, 2004; CISPEL, 2008; Civita *et al.*, 1999)

Il valore reddituale della produzione legnosa è stato calcolato annualizzando il valor capitale del soprassuolo forestale ottenuto sulla base della classica formula di Faustmann. Il valore complessivo della produzione forestale è risultato essere pari a 25.116.257 euro per anno. Il Valore della mitigazione dai cambiamenti climatici, quantificato attraverso l'attività di fissazione del carbonio degli alberi è risultato essere pari a 59.017.484 euro annui. Le diverse metodologie applicate per individuare i valori economici di ogni singola funzione non consentirebbero di sommarli tra loro; si tratta infatti di valori stimati a volte come valori di mercato, altre volte come valori derivati dalla disponibilità a pagare del consumatore e in altri casi come valori di surrogazione o di costo. La somma di tali valori serve solo per definire l'ordine di grandezza delle diverse funzioni svolte dal bosco; in realtà la vera utilità della ricerca è quella di essere riusciti a georeferenziare i singoli valori, consentendo così di conoscere i benefici prodotti dal bosco in ogni diverso contesto e di verificare contemporaneamente i costi dei relativi investimenti pubblici effettuati (vedi Tabelle 2 e 3). Se si analizzano gli interventi pubblici forestali degli ultimi anni (2004-2009) la media annua è pari a 18.416.614 di euro l'anno a cui vanno sommati gli interventi di valorizzazione, conservazione e promozione delle aree protette regionali pari a 4.229.921 euro annui (sempre come media degli anni

2004-2009) (Bollettino Ufficiale Regione Toscana; Vinci, 2010). Seppure consapevoli del valore puramente indicativo della somma delle diverse funzioni svolte dal bosco sopra riportate, questa ammonta a 33 volte la spesa annua sostenuta per gli interventi pubblici forestali e a 142 volte la spesa annua mediamente sostenuta per i soli interventi di valorizzazione, conservazione e promozione delle aree protette regionali.

4. Conclusioni

La dimensione spaziale del Valore Economico Totale delle foreste è stata finora poco analizzata. L'adozione di un approccio territoriale della valutazione economica risulta essere molto utile in quanto permette di ottenere dati più precisi, che possono essere usati sia come archivio di benefici stimati, sia in termini di sostenibilità spaziale esaminata, sia per facilitare l'introduzione del concetto di capitale naturale nei processi decisionali ambientali.

I risultati ottenuti ci consentono di affermare che la metodologia utilizzata ha consentito di determinare il Valore Economico Totale dei boschi della Toscana, seppure limitatamente ad alcune delle principali funzioni a cui esso assolve, utilizzando i dati attualmente esistenti. Analizzando le singole funzioni è possibile, inoltre, individuare quali potrebbero essere i dati da rilevare al fine di migliorare la stima del valore, anche in relazione alla necessità di allocare meglio le risorse pubbliche erogate attraverso gli interventi forestali e di valorizzazione, conservazione e promozione delle aree protette.

L'altro importante obiettivo che è stato raggiunto ha riguardato la possibilità di spazializzare il Valore Economico Totale dei boschi della Toscana per ognuna delle funzioni individuate. I database realizzati consentono di calcolare alcuni indici aggregati di efficienza sociale della spesa pubblica effettuata dall'ente regionale. Il VET stimato per i boschi toscani è pari a 601.644.192 euro per anno. In questa prima elaborazione delle funzioni utilizzate per arrivare a definire il VET le ipotesi di base sono state molte e potranno essere sicuramente oggetto di successivi perfezionamenti in modo da arrivare a stime più aderenti ai reali valori dei boschi toscani. Si è ritenuto, inoltre, di indicare il valore economico del prodotto annuo dei boschi e non il valore capitalizzato. Tralasciando le considerazioni teoriche sul saggio di capitalizzazione da adottare, se ci muoviamo all'interno di un range di valori del saggio di capitalizzazione dei valori sociali accettabile, i boschi toscani potrebbero valere da un minimo di 15.041.104.800 (saggio del 4%) a un massimo di 30.082.209.600 (saggio del 2%).

In ogni caso, l'aspetto di maggiore utilità che potrebbe scaturire dal presente studio è sicuramente quello dell'analisi del rapporto tra benefici e costi per ciascuna funzione individuata e per ogni ente gestore. Infatti, l'analisi spaziale ha consentito di riportare puntualmente sul territorio i valori dei benefici prodotti e permetterà nel futuro una più efficiente e puntuale allocazione delle spese.

Tabella 1. Valore Economico delle funzione del Bosco.

<i>Funzioni</i>	<i>Valori Totali €</i>	<i>Valori percentuali</i>
Turistico Ricreativa	219.860.253	37%
Attività nelle aree protette	127.042.118	21%
Attività venatoria	58.236.147	10%
Raccolta funghi	34.581.988	6%
Naturalistica	210.043.738	35%
Regimazione dei deflussi	28.224.320	5%
Servizio idropotabile	59.382.140	10%
Produzione legnosa	25.116.257	4%
Mitigazione cambiamenti clima	59.017.484	10%
Valore Economico Totale	601.644.192	100%

Tabella 2. Importi complessivi finanziati ai singoli Enti locali nel periodo 2002 -2010 (valori espressi in Euro).

<i>Nome Ente</i>	<i>importo finanziato</i>	<i>valore %</i>	<i>somma cumulata</i>	<i>imp.fin/ha sup.bosc</i>	<i>territorio montano (Ha)</i>	<i>Territorio boscato (Ha)</i>	<i>PAFR (Ha)</i>	<i>Altro in convenzione (Ha)</i>	<i>Territorio rischio incendi (Ha)</i>
COMUNITA' MONTANA ZONA G - CASENTINO	19,785,952	12.6	12.6	418.1	80,938.00	47,319.00	11,379.00	203.00	
COMUNITA' MONTANA ZONA O - APPENNINO PISTOIESE	10,296,564	6.5	19.1	213.5	40,572.00	48,236.00	8,156.00	237.00	8,933.00
COMUNITA' MONTANA ZONA II - AMIATA GROSSETANO	9,963,848	6.3	25.4	310.5	53,070.00	32,091.00	921.00	271.00	10,645.00
COMUNITA' MONTANA ZONA I2 - AMIATA VALDORCIA	9,518,579	6.0	31.5	339.1	46,926.00	28,068.00	2,643.00	2,671.00	10,369.00
COMUNITA' MONTANA ZONA C - GARFAGNANA	9,194,114	5.8	37.3	270.7	53,377.00	33,965.00	4,457.00	1,961.00	2,731.00
COMUNITA' MONTANA ZONA R - COLLINE METALLIFERE	9,185,050	5.8	43.1	207.7	69,346.00	44,217.00	17,847.00		26,377.00
COMUNITA' MONTANA ZONA S - COLLINE DEL FIORA	7,621,186	4.8	48.0	248.1	77,254.00	30,717.00			21,496.00
COMUNITA' MONTANA ZONA H - VALTIBERINA	6,670,543	4.2	52.2	232.2	67,283.00	28,723.00	7,653.00		6,109.00
COMUNITA' MONTANA ZONA E1 - MUGELLO	6,305,129	4.0	56.2	86.7	118,848.00	72,731.00	7,705.00		
COMUNITA' MONTANA ZONA A - LUNIGIANA	6,215,931	3.9	60.1	88.9	96,523.00	69,937.00	322.00		52,457.00
COMUNITA' MONTANA ZONA D - MEDIA VALLE DEL SERCHIO	5,597,504	3.6	63.7	163.9	42,230.00	34,152.00	2,649.00	172.00	33,406.00
COMUNITA' MONTANA ZONA F - VAL DI CECINA	4,551,736	2.9	66.6	133.1	82,291.00	34,191.00	9,316.00	474.00	14,061.00
COMUNITA' MONTANA ZONA E2 - MONTAGNA FIORENTINA	4,278,185	2.7	69.3	143.5	34,493.00	29,815.00	4,445.00		12,412.00
UNIONE DI COMUNI ALTA VERSILIA	4,047,790	2.6	71.9	263.1	14,259.00	15,387.00		585.00	14,776.00
AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE - SIENA	3,990,950	2.5	74.4	62.8	9,860.00	63,596.00			
UNIONE DI COMUNI VAL DI MERSE	3,672,870	2.3	76.7	90.0	26,298.00	40,823.00	8,706.00		15,009.00
COMUNITA' MONTANA ZONA N - AREA LUCCHESE	3,565,370	2.3	79.0						
AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE - PISA	3,285,294	2.1	81.1	78.1	1,745.00	42,050.00			9,586.00
AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE - MASSA CARRARA	3,132,651	2.0	83.1	452.8	9,315.00	6,919.00			6,919.00
COMUNITA' MONTANA ZONA P - VAL DI BISENZIO	2,865,037	1.8	84.9	196.8	19,169.00	14,559.00	2,454.00		1,924.00
SCARLINO - GESTIONE P.A.F.R.	2,660,266	1.7	86.6	166.2		16,004.00	8,713.00		15,870.00
UNIONE DI COMUNI VALDICHIANA SENESE	2,566,953	1.6	88.2	209.1	20,919.00	12,279.00	580.00	18.00	
UNIONE DI COMUNI PRATO-MAGNO	2,307,415	1.5	89.7	281.1	13,185.00	8,208.00	3,310.00		5,986.00
AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE - LIVORNO	2,222,260	1.4	91.1	87.3	2,659.00	25,445.00	2,068.00		10,516.00
AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE - AREZZO	2,185,033	1.4	92.5	35.4	36,963.00	61,682.00	464.00		26,051.00

(Segue Tabella 2)

UNIONE DI COMUNI ARCIPELAGO TOSCANO	2,080,383	1.3	93.8	130.3	26,294.00	15,961.00	624.00		15,961.00
AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE - FIRENZE	1,948,973	1.2	95.0	32.5	12,779.00	59,911.00			20,902.00
AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE - GROSSETO	1,626,006	1.0	96.0	39.8	6,029.00	40,813.00			19,937.00
CONSORZIO TEA	1,361,780	0.9	96.9						
AREZZO - GESTIONE P.A.F.R.	1,073,981	0.7	97.6	63.4		16,952.00	995.00		16,952.00
SANTA LUCE - GESTIONE P.A.F.R.	811,782	0.5	98.1	1951.4		416.00	1,607.00		
RIPARBELLA - GESTIONE P.A.F.R.	791,787	0.5	98.6	239.6		3,305.00	648.00		2,624.00
BIBBONA - GESTIONE P.A.F.R.	791,286	0.5	99.1	895.1		884.00	1,635.00		
CALCI - GESTIONE P.A.F.R.	617,590	0.4	99.5	119.2		5,182.00	661.00		5,182.00
CORTONA - GESTIONE P.A.F.R.	397,377	0.3	99.8	29.8		13,352.00	291.00		13,352.00
CAPALBIO - GESTIONE P.A.F.R.	289,717	0.2	99.9	46.7		6,209.00	369.00		6,209.00
ORBETELLO - GESTIONE	102,623	0.1	100.0	17.5		5,868.00	113.00		5,868.00
<i>Totale complessivo</i>	<i>157,579,497</i>			<i>156.0</i>	<i>1,062,625.00</i>	<i>1,009,967.0</i>	<i>110,731.00</i>	<i>6,592.00</i>	<i>412,620.00</i>

Tabella 3. Importo finanziato ai singoli Enti competenti nel periodo 2002-2010 (valori espressi in Euro).

Nome Ente	Anno									Totale complessivo
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE - AREZZO	217,430	248,581	208,669	210,296	210,348	331,552	305,378	307,364	145,414	2,185,033
AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE - FIRENZE	232,005	187,852	177,044	257,240	206,727	207,296	337,036	176,100	167,674	1,948,973
AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE - GROSSETO	270,387	193,504	310,077	227,030	175,897	68,987	164,437	137,514	78,174	1,626,006
AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE - LIVORNO	289,838	182,563	220,705	299,815	314,480	327,103	254,470	170,970	162,317	2,222,260
AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE - MASSA CARRARA	268,659	322,223	247,793	295,762	439,404	320,325	567,905	248,624	421,956	3,132,651
AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE - PISA	253,708	436,651	390,309	391,178	317,264	387,250	363,190	552,234	193,511	3,285,294
AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE - SIENA	257,394	462,921	375,000	525,400	605,077	516,228	493,160	508,760	247,010	3,990,950
COMUNITA' MONTANA ZONA A - LUNIGIANA	574,011	557,150	721,132	571,283	692,192	639,725	1,302,953	644,056	513,430	6,215,931
COMUNITA' MONTANA ZONA C - GARFAGNANA	1,292,750	1,218,252	1,162,894	1,239,218	1,282,478	818,391	800,073	833,217	546,841	9,194,114
COMUNITA' MONTANA ZONA D - MEDIA VALLE DEL SERCHIO	472,873	471,920	532,730	589,084	601,739	392,678	712,928	1,274,557	548,995	5,597,504
COMUNITA' MONTANA ZONA E1 - MUGELLO	976,965	882,512	726,960	650,815	564,850	700,000	1,060,678	742,350	0	6,305,129
COMUNITA' MONTANA ZONA E2 - MONTAGNA FIORENTINA	492,922	370,019	333,750	464,374	567,268	546,643	540,518	638,121	324,571	4,278,185
COMUNITA' MONTANA ZONA F - VAL DI CECINA	819,898	602,936	527,119	539,688	495,433	751,449	440,390	374,824	0	4,551,736
COMUNITA' MONTANA ZONA G - CASENTINO	2,191,460	2,171,656	2,933,516	3,084,267	2,288,654	2,425,549	1,750,135	1,807,221	1,133,494	19,785,952
COMUNITA' MONTANA ZONA H - VALTIBERINA	711,851	973,875	1,109,677	717,037	675,587	666,780	878,700	907,036	30,000	6,670,543
COMUNITA' MONTANA ZONA I1 - AMIATA GROSSETANO	1,511,512	1,340,280	1,328,906	1,069,283	1,092,183	1,029,593	1,077,143	980,249	534,698	9,963,848
COMUNITA' MONTANA ZONA I2 - AMIATA VALDORCIA	1,409,451	1,106,799	1,186,633	1,063,989	1,001,055	1,034,176	1,295,100	982,534	438,841	9,518,579
COMUNITA' MONTANA ZONA N - AREA LUCCHESE	557,463	522,895	511,096	551,777	346,192	516,797	559,150		0	3,565,370
COMUNITA' MONTANA ZONA O - APPENNINO PISTOIESE	1,382,824	1,277,286	848,388	1,007,466	1,092,737	1,168,518	1,112,687	1,379,456	1,027,204	10,296,564
COMUNITA' MONTANA ZONA P - VAL DI BISENZIO	307,669	313,977	339,776	444,508	314,544	313,704	273,849	283,700	273,310	2,865,037
COMUNITA' MONTANA ZONA R - COLLINE METALLIFERE	1,262,186	1,146,872	1,017,772	1,356,720	1,120,553	1,147,488	1,040,772	1,092,688	0	9,185,050
COMUNITA' MONTANA ZONA S - COLLINE DEL FIORA	1,116,805	779,679	875,368	1,044,572	887,828	926,300	856,000	623,040	511,594	7,621,186
CONSORZIO TEA	630,045	391,240	340,495							1,361,780
AREZZO - GESTIONE P.A.F.R.	89,862	124,728	68,531	79,825	110,583	162,120	209,473	152,548	76,311	1,073,981

(Segue Tabella 3)

BIBBONA - GESTIONE P.A.F.R.	51,705	21,573	157,793	112,278	71,807	154,980	180,700	40,451	0	791,286
CALCI - GESTIONE P.A.F.R.	126,991	51,990	67,322	69,840	74,937	66,060	54,800	48,650	57,000	617,590
CAPALBIO - GESTIONE P.A.F.R.	19,481	15,636	21,000	21,000	62,000	40,000	43,500	31,000	36,100	289,717
CORTONA - GESTIONE P.A.F.R.		93,089	74,252	37,200	35,506	24,660	47,260	48,260	37,150	397,377
ORBETELLO - GESTIONE P.A.F.R.	25,823	6,000	39,600	31,200	0					102,623
RIPARBELLA - GESTIONE P.A.F.R.	99,463	55,345	57,475	57,950	77,495	77,750	117,100	188,856	60,353	791,787
SANTA LUCE - GESTIONE P.A.F.R.	89,866	128,682	0	160,972	101,902	92,100	117,550	120,710	0	811,782
SCARLINO - GESTIONE P.A.F.R.	495,254	296,057	383,555	237,535	257,903	265,715	328,132	396,115	0	2,660,266
UNIONE DI COMUNI ALTA VERSILIA	705,282	475,342	353,586	382,680	429,077	561,505	543,524	435,782	161,012	4,047,790
UNIONE DI COMUNI ARCIPELAGO TOSCANO	140,228	433,089	246,830	263,699	234,795	344,224	201,424	81,760	134,334	2,080,383
UNIONE DI COMUNI PRATOMAGNO	344,285	242,353	176,000	180,765	210,986	290,000	279,450	413,700	169,877	2,307,415
UNIONE DI COMUNI VAL DI MERSE	310,026	261,181	260,077	628,565	773,810	598,060	519,260	321,890	0	3,672,870
UNIONE DI COMUNI VALDICHIANA SENESE	221,438	280,100	248,333	384,713	310,964	341,029	262,739	335,610	182,027	2,566,953
Totale complessivo	20,219,809	18,646,806	18,580,163	19,249,021	18,044,255	18,254,734	19,091,565	17,279,945	8,213,199	157,579,497

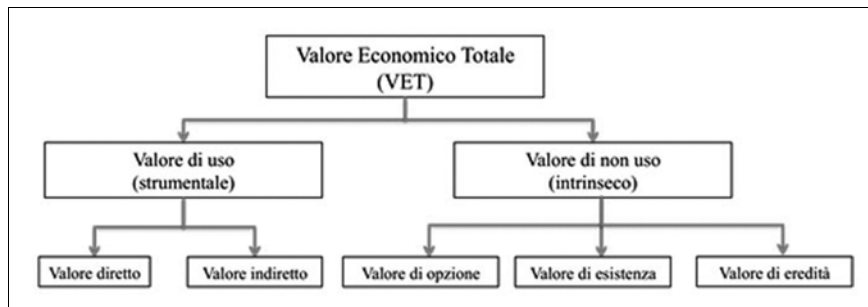


Figura 1. Valore Economico Totale (VET) dei boschi.

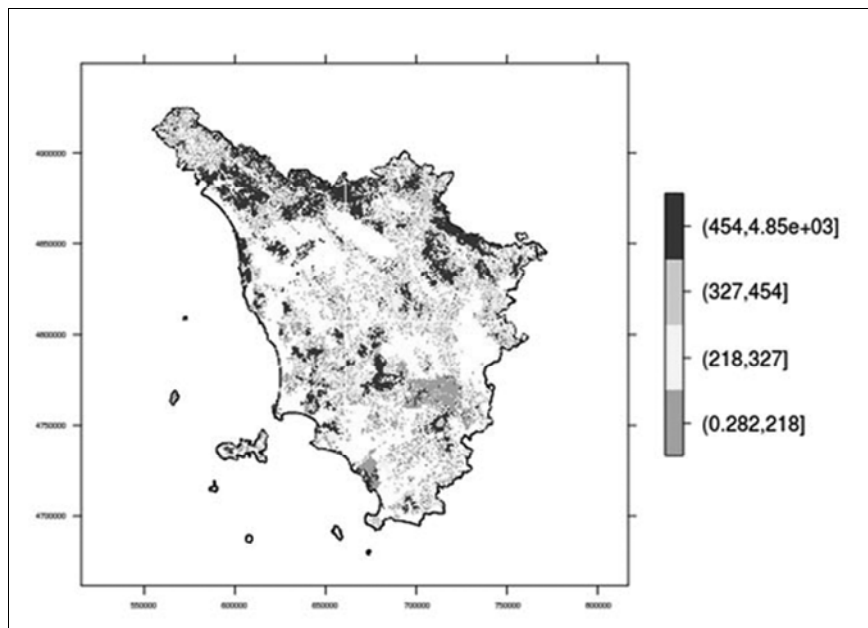


Figura 2. Valore Economico Totale (VET) dei boschi toscani.

SUMMARY

The total economic value of Tuscany forests

The objective of this work is to identify a methodology for evaluation forest externalities. This paper proposes the exploitation of existing data through a methodology of aggregation of available information aimed to the realization of economic value detailed map. In this way we intend to respond to precise request of regional programming to better understand the woods' social value and not just market value. The final results show clearly the potential of the proposed approach.

BIBLIOGRAFIA CITATA E DI RIFERIMENTO

- Asciuto G., Agnese C., Giordano G., 1988 – *La valutazione del servizio idrologico del bosco in un bacino: aspetti metodologici e applicativi*. In: Atti del XVII Incontro di Studio CeSET Il bosco e l'ambiente: aspetti economici, giuridici ed estimativi, Firenze.
- Baerenklau K.A., González-Cabán A., Paez C., Chavez E., 2010 – *Spatial Allocation of Forest Recreation Value*. Journal of Forest Economics, 16: 113-126.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jfe.2009.09.002>
- Bernetti I., Bianchi M., Gasparini P., Pettinà R., 1991 – *I valori del bosco nella pianificazione forestale multi-obiettivo: un prototipo di sistema esperto per la valutazione della potenzialità turistico-ricreativa*. Seminario: "Il bosco e i suoi valori: esperienze e prospettive per la pianificazione forestale", pp. 177-208.
- Bishop R., Romano D., 1998 – *Environmental Resource Valuation. Application of the Contingent Valuation Method in Italy*. Kluwer Norwell.
<http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4615-5741-8>
- Boitani L., Falcucci A., Maiorano L., Montemaggiori A., 2002 – *Rete Ecologica Nazionale: il ruolo delle aree protette nella conservazione dei Vertebrati*. Dip. B.A.U. Università di Roma "La Sapienza", Dir. Conservazione della Natura-Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, Istituto di Ecologia Applicata. Roma.
- Brauman K.A., Daily G.C., Duarte T.K., Mooney K.A., 2007 – *The Nature and Value of Ecosystem Services. An Overview Highlighting Hydrologic Services*. Annu. Rev. Environ. Resour., 32: 67-98.
<http://dx.doi.org/10.1146/annurev.energy.32.031306.102758>
- Bollettino Ufficiale Regione Toscana, 2007 – *Deliberazione del Consiglio regionale 13 dicembre 2006*. (Supplemento) n. 3 del 17/01/2007, pp.3 - n. 125, allegato 1, A, B e C - Programma forestale regionale 2007-2011.
- Bollettino Ufficiale Regione Toscana, 2010 – *Deliberazione del Consiglio regionale 23 dicembre 2009*. (Supplemento) n. 3 del 20/01/2010, pp.5 - n. 88, allegato A - Quinto programma regionale delle aree protette 2009-2011.
- Casini L., Ferrini S., 2002 – *Le indagini economiche La valutazione economica del paesaggio toscano*. Manuale Arsia, pp. 49-68.
- Cavatassi R., 2004 – *Valuation methods for environmental benefits in forestry and watersheds investment projects*. ESA Working Paper n. 04-01. Agricultural and Development. Economics Division – Investment Center Division. FAO.
- CISPTEL, 2008 – *Una strategia per l'approvvigionamento idrico in Toscana*. NET, n. 42/2008, Firenze.
- Civita M., De Maio M., Vigna B., 1999 – *Una metodologia GIS per la valutazione della ricarica attiva degli acquiferi*. In: Atti 3° convegno nazionale sulla Protezione e gestione delle acque sotterranee I Parma 13-15/10/1999, 1: 1291-1303.
- Courtney P., Hill G., 2006 – *Demand analysis projections for recreational visits to countryside woodlands in Great Britain*. Forestry, 79 (2): 185-200.
<http://dx.doi.org/10.1093/forestry/cpl005>
- De Martino G., De Paola F., Fontana N., Giugni M., 2002 – *Sul Dimensionamento delle casse di espansione in linea*. 28° Convegno di Idraulica e Costruzioni idrauliche Potenza 16-19 settembre 2002.
- Eade J.D.O., Moran D., 1996 – *Spatial economic valuation: Benefits transfer using geographical information systems*. Journal of Environmental Management, 48: 97-110.
<http://dx.doi.org/10.1006/jema.1996.9990>
- INFC, 2012 – *Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio, Definizione di bosco*. <http://www.sian.it/inventarioforestale/jsp/linkmetodo/definizionilink1.jsp>.
- Loomis J., 2005 – *Updated outdoor recreation use values on national forests and other public lands*. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-658. Portland, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, pp. 26.
- Marinelli A., Romano S., 1997 – *La valutazione economica dei benefici e dell'impatto aggregato della caccia nella provincia di Firenze*. Giunti Editore, Firenze.
- Pearce D., 2001 – *The economic value of forest ecosystems*. Ecosystem health, 7 (4): 284-296.
<http://dx.doi.org/10.1046/j.1526-0992.2001.01037.x>
- Pearce D., Turner K., Bateman I., 2003 – *Economia ambientale*. Editore il Mulino, Bologna.
- Perrings C., Hannon B., 2001 – *Spatial discounting: endogenous preferences and the valuation of geographically distributed environmental externalities*. Journal of Regional Science, 41 (1): 23-38.
<http://dx.doi.org/10.1111/0022-4146.00205>
- Pettenella D., Secco L., 2006 – *Metodologie di valutazione economica e di reporting pubblico dei benefici offerti da una corretta gestione delle foreste mediterranee per la tutela delle risorse idriche*. Regione Umbria. Progetto INTERREG IIIB MEDOCC - RECOFORME Structuration de Réseaux Et d'actions de COopération sur la FORêt Méditerranéenne.
- RAFT, 2009 – *Rapporto sullo stato delle foreste in Toscana*. Compagnia delle Foreste, Arezzo.
- Raggi M., Ronchi D., Viaggi D., 2008 – *Valutazione economica del miglioramento qualitativo della risorsa idrica: un'applicazione di Benefit transfer al*

- bacino del Po*. In: *Acqua, agricoltura e ambiente nei nuovi scenari di Politica Comunitaria*, Casini *et al.*, Franco Angeli editore, pp. 49-65.
- Romano S., 2002 – *La stima del valore di opzione e di esistenza delle risorse ambientali: l'applicazione al caso del Pinus Leucodermis del Pollino*. *Aestimum*, n. 41.
- Romano D., Genghini M., 2005 – *Le relazioni economiche tra agricoltura, risorse faunistiche e attività venatoria: conflitto o coesistenza? Aspetti teorici e risultati di alcune ricerche*. INFS, DEART, DSE, MIPAF e Sterna. Litotri, Brisighella (RA).
- Signorello G., 1994 – *Valutazione contingente della "disponibilità a pagare" per la fruizione di un bene ambientale: approcci parametrici e non parametrici*. *Rivista di economia agraria*, XLIX, n. 2, pp. 220.
- Trexler M.C., 1991 – *Minding the carbon store: weighing US forestry strategies to slow global warming*. World Resources Institute, New York, NY.
- Vinci A., 2010 – *Programmi forestali regionali*. In: *Rapporto sullo stato delle foreste in Toscana 2009*. Regione Toscana, Agenzia Regionale per lo sviluppo e l'innovazione nel settore forestale.

SICUREZZA DELL'APPROVVIGIONAMENTO DI MATERIALE LEGNOSO FORESTALE IN ITALIA E INNOVAZIONI PER LA TRACCIABILITÀ DEI PRODOTTI LEGNOSI

Piermaria Corona¹, Gianfranco Scrinzi²

¹Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, Centro di ricerca per la selvicoltura (CREA-SEL), Arezzo, Italy; piermaria.corona@entecra.it

²Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, Unità di Ricerca per il Monitoraggio e la Pianificazione Forestale (CREA-MPF), Trento, Italy

In Italia vari fattori contribuiscono a una certa inerzia nell'utilizzazione delle produzioni forestali: la frammentazione dell'offerta, la staticità e fragilità della struttura fondiaria, i vincoli giuridici legati alla natura di bene pubblico del bosco che può garantire una pluralità di utilità anche immateriali, la mancanza di cooperazione commerciale e di politiche settoriali coerenti. Di fatto, l'aumento della domanda di servizi e il progressivo abbandono delle attività agricolo-forestali in molte zone collinari e montane hanno provocato una sostanziale riduzione di interventi colturali e un mutato quadro di riferimento per la gestione. Per quanto riguarda le utilizzazioni legnose, soltanto in riferimento alle aree a ceduo il livello si è mantenuto relativamente sostenuto, anche se le statistiche ufficiali sono spesso incapaci di cogliere il fenomeno. Scopo di questo lavoro è di analizzare le potenzialità di un auspicato incremento dell'approvvigionamento di materiale legnoso nazionale, e di evidenziare gli aspetti di possibile valorizzazione della filiera connessi alla tracciabilità dei prodotti. Si tratta di approcci prevalentemente orientati al processo, più che al singolo prodotto, la cui precisa origine viene spesso oscurata a valle del conferimento in segheria, a causa della difficile praticabilità dei processi di vera e propria segregazione spazio-temporale dei lotti di varie origini. Un'applicazione di metodi di tracciatura automatica appare esigenza sempre più concreta, almeno per le prime fasi di lavorazione (dal bosco alla segheria). Occorre peraltro bilanciare costi e valore del prodotto, e quindi questi metodi sono essenzialmente destinati alla tracciabilità del legname da opera, e in particolare di quello di pregio, spesso non valorizzato anche per carenza di informazione inventariale in sede di pianificazione degli interventi selvicolturali. A partire dalle operazioni di assegno del singolo albero al taglio, le tecnologie esistenti (comprese quelle di georeferenziazione posizionale automatica di precisione) possono consentire di archiviare in remoto una identificazione univoca dell'oggetto primario (albero) con relative informazioni dendrometriche e assestamentali. L'associazione di oggetti derivati (tronchi) può poi avvenire in sede di utilizzazione, veicolando anche ulteriori informazioni di misura, qualità, difetti, tendenti a orientare le successive lavorazioni e a eliminare ulteriori fasi di contabilizzazione all'imposto e relativi rischi per la sicurezza degli operatori. Prodotti legnosi dotati di tracciabilità individuale in ogni fase di lavorazione possono consentire inferenze a ritroso, in termini di messa in relazione dei dati di rendimento e qualità tecnologica dopo le prime lavorazioni con la località di provenienza del materiale.

Parole chiave: filiera legno, inventari forestali, sistemi di tracciabilità.

Keywords: wood chain, forest inventory, traceability systems.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-pc-sic>

1. Introduzione

In Italia vari fattori contribuiscono a una certa inerzia nell'utilizzazione delle produzioni forestali: la frammentazione dell'offerta, la staticità e fragilità della struttura fondiaria, i vincoli giuridici legati alla natura di bene pubblico del bosco, che può garantire una pluralità di utilità anche immateriali, la mancanza di cooperazione commerciale e di politiche settoriali coerenti. Di fatto, l'aumento della domanda di servizi e il progressivo abbandono delle attività agricolo-forestali in molte zone collinari e montane hanno provocato negli

ultimi decenni una sostanziale riduzione di interventi colturali e un mutato quadro di riferimento per la gestione.

Per quanto riguarda le utilizzazioni legnose, soltanto in riferimento alle aree a ceduo, e soprattutto nei querceti caducifogli e nei castagneti, il livello si è mantenuto relativamente sostenuto, anche se le statistiche ufficiali sono spesso incapaci di cogliere questo fenomeno.

La struttura della filiera del legno viene tradizionalmente suddivisa in quattro settori strettamente connessi: la produzione forestale (selvicoltura e utilizzazioni forestali); la prima trasformazione, che comprende la produ-

zione di materiali semilavorati, le imprese del comparto dei pannelli a base di legno e dell'imballaggio; la seconda lavorazione, formata dall'industria della carta, del mobile e di altre produzioni in legno; la filiera energetica della biomassa legnosa.

Queste componenti risultano legate da scambi intersettoriali che presentano collegamenti ma anche competizione nell'approvvigionamento delle materie prime: in particolare negli ultimi anni il crescente interesse, sia politico che imprenditoriale, per l'utilizzo delle biomasse legnose per fini energetici ha generato una crescente competizione tra settore energetico e industriale, con significative ripercussioni soprattutto sul comparto industriale dei pannelli in legno.

Nelle attività connesse alla intera filiera del legno (dalla produzione, alla trasformazione industriale in prodotti semilavorati e finiti, fino alla commercializzazione (mobili, impieghi strutturali, carta, cartone, pasta di cellulosa e legno per fini energetici) sono coinvolte in Italia circa 80.000 imprese, e oltre 500.000 unità lavorative. In particolare, la filiera, soprattutto grazie all'efficacia dell'industria del mobile, garantisce un saldo commerciale molto positivo, con un volume di affari complessivo di oltre 30 miliardi di euro.

La filiera foresta-legno risulta però fortemente dipendente dall'estero per l'approvvigionamento della materia prima: più dei 2/3 del fabbisogno nazionale (circa 50 milioni di metri cubi l'anno) viene coperto dalle importazioni. L'Italia è il secondo importatore europeo di legname per l'industria ed è anche il primo importatore mondiale di legna da ardere e il quarto di cippato e scarti in legno (circa 0,5 milioni di tonnellate di legna da ardere e carbone di legna e 0,7 milioni di tonnellate di cippato e scarti in legno).

A fronte di ciò, il tasso di prelievo dai boschi italiani, in termini sia di massa legnosa asportata rispetto all'incremento naturale dei soprassuoli forestali che di massa legnosa asportata per unità di superficie forestale, è uno dei più bassi in Europa.

Scopo di questo lavoro è di analizzare le potenzialità di un auspicato incremento dell'approvvigionamento di materiale legnoso nazionale e di evidenziare gli aspetti di possibile valorizzazione della filiera connessi alla tracciabilità dei prodotti.

2. Sicurezza dell'approvvigionamento di materiale legnoso forestale

I principali dati di sintesi per inquadrare le potenzialità di approvvigionamento di materiale legnoso in Italia sono riportati in Tabella 1.

La superficie forestale rappresenta il 36% del territorio italiano, ed è in continua espansione (Corona *et al.*, 2012), essenzialmente a seguito dell'abbandono delle attività agro-silvo-pastorali, soprattutto nelle aree interne montane, ove è ubicata la maggior parte del patrimonio forestale nazionale.

I boschi italiani per l'87% sono sottoposti a vincolo idrogeologico e per circa un terzo a vincolo naturalistico (boschi in aree protette e in siti Natura 2000); tutti i boschi sono sottoposti a vincolo paesaggistico. Quasi il 70% dei boschi italiani è di proprietà privata; le superfici

delle singole proprietà sono estremamente ridotte; solo il 15% delle proprietà forestali ha un piano di gestione (Gasparini e Tabacchi, 2011).

L'attuale prelievo legnoso annuo viene stimato pari al 46% circa dell'incremento naturale annuale dei boschi disponibili ai fini del prelievo stesso (cioè dove è trascurabile qualsiasi significativa limitazione di tipo ambientale, ecologico-naturalistico, sociale o economico).

Le piantagioni da legno coprono una superficie pari a 122.250 ha: di questi, circa il 70% è rappresentato da impianti di pioppo; da un punto di vista produttivo, la pioppicoltura rimane di fondamentale importanza dato che fornisce quasi il 40% del legname da opera prodotto in Italia. Gli impianti di *short rotation forestry*, destinati alla produzione di bioenergia, ammontano a circa 10.000-12.000 ha (Berti *et al.*, 2009): intorno a questo settore si è recentemente focalizzata una forte attenzione da parte degli agricoltori e dei proprietari terrieri, ma la produzione è ancora incerta e la redditività delle colture energetiche è ancora sostanzialmente legata ai finanziamenti pubblici.

La maggior parte delle imprese di utilizzazione forestale, singole e associate (cooperative, consorzi, società o conduzione familiare), sono di piccole dimensioni (3-4 addetti/impresa in media), spesso insufficientemente dotate di macchinari, e in genere associano alla raccolta e commercializzazione del legname altre attività, quali a esempio la manutenzione delle aree verdi e della viabilità pubblica (sgombero neve), ingegneria naturalistica o lavori agricoli.

La suddivisione delle utilizzazioni legnose per tipo di assortimento evidenzia come il legname da lavoro (legname da trancia e da sega, per paste e altro legname per uso industriale) costituisce circa un terzo del materiale legnoso complessivamente prelevato; la maggior parte di questa produzione (60%) è concentrata nel Nord-Est del Paese, dove sono presenti le più importanti fustaie produttive italiane. Per quanto riguarda la legna da ardere, il 90% proviene da formazioni boschive di latifoglie, in particolare da querceti misti con governo a ceduo.

In termini di volume cormometrico, l'incremento netto annuo risulta, a livello nazionale, pari a 35 milioni di metri cubi, con una incertezza (al livello probabilistico del 95%) di circa $\pm 1,8 \text{ Mm}^3$; la variazione netta, ottenuta sottraendo all'incremento netto le utilizzazioni e la massa arborea epigea di aree forestali che annualmente cambiano destinazione di uso, risulta pari a quasi $+21 \text{ Mm}^3$, con una incertezza di circa $\pm 4 \text{ Mm}^3$ (Tabacchi *et al.*, 2010). Questa è la massa legnosa che, sotto il profilo teorico, potrebbe essere annualmente ulteriormente disponibile per un utilizzo a fini bioenergetici e industriali: bisogna però tenere conto delle diffuse limitazioni a fini produttivi sotto il profilo ambientale, ecologico-naturalistico, sociale, finanziario ed economico che caratterizzano molte aree boschive, pertanto si stima che la quota di produzione legnosa effettivamente utilizzabile in più rispetto all'attualità sia verosimilmente non superiore a metà della suddetta cifra.

Dal quadro delineato emerge la concreta possibilità di un calibrato aumento dei prelievi di massa legnosa a scala nazionale. All'uopo requisiti di base sono una

adeguata pianificazione di dettaglio delle utilizzazioni, la possibilità di trasferire messaggi corretti al consumatore finale circa la provenienza del materiale (tracciabilità) e la compatibilità ecologica e sociale del processo produttivo (certificazione forestale).

3. Tracciabilità delle produzioni legnose

Il tema della tracciabilità della filiera di produzione, ormai ben sviluppato nel settore agro-alimentare, sta emergendo anche nel settore della produzione legnosa. Garantire la rintracciabilità del prodotto legnoso significa poter seguire il percorso di trasformazione subito dall'albero in ogni sua fase (dal taglio al prodotto finito), permettendo al consumatore, ma anche agli Enti preposti al controllo della filiera, di percorrere a ritroso la "storia del prodotto" fino all'individuazione della provenienza dell'albero da cui il prodotto deriva.

Da tempo esistono organizzazioni (riconosciute a livello internazionale), quali FSC e PEFC, che certificano la filiera foresta-legno. Questi organismi, ad adesione volontaria, garantiscono che il legname lavorato proviene da foreste gestite in modo ecologicamente e socialmente compatibile e che i processi di lavorazione rispettano determinati requisiti. Si tratta di una certificazione di processo che non consente una effettiva tracciabilità "individuale" (a ritroso), dal prodotto finito all'albero. Questa ultima esigenza è sempre più urgente, sia da parte degli Enti di controllo (v. Reg. EC 995/2010, Due Diligence), sia da parte dei soggetti coinvolti nella filiera del legno: l'immissione di legname illegale sul mercato provoca, oltre che un danno ambientale, anche un danno economico per coloro che operano nel rispetto della legalità. Stanno quindi emergendo istanze per la sperimentazione anche in Italia di modalità di tracciatura del legname con tecnologie di vario tipo (BARcode, QRcode, RFID), che consentano di documentare l'intera gestione della filiera. Tra le tecnologie disponibili, l'identificazione in radiofrequenza (RFID), applicata con successo in vari settori, sembra promettente anche in ambito forestale. In Tabella 2 si riassumono le tecniche/tecnologie attualmente in uso o in fase di test per la marcatura del legname.

4. Tecnologia RFID

La tecnologia RFID è costituita da tre elementi: un apparecchio di lettura e/o scrittura, una o più etichette RFID (dette *tag* o *transponder*) e un sistema informativo di gestione dei dati. I *tag* RFID possono essere attivi, semi-attivi, semi-passivi o passivi. I *tag* più idonei al settore forestale sono quelli passivi, ovvero quelli privi di un sistema interno di alimentazione ma in grado di attivarsi in vicinanza del dispositivo di lettura/scrittura grazie all'effetto del campo elettromagnetico generato dal lettore. Il *tag* attivato è in grado di scambiare informazioni con il lettore (in lettura/scrittura).

La distanza di lettura varia da 10 cm a qualche metro, in funzione della frequenza di trasmissione HF (*High Frequency*) o UHF (*Ultra High Frequency*) e dell'uso al quale il *tag* è destinato.

In ambito forestale si richiede che i *tags* siano leggibili ad una certa distanza, siano di facile applicazione, resistenti,

a basso costo e prodotti in materiali compatibili con le successive lavorazioni. Il principio di utilizzo è lo stesso dei codici a barre, ma i *tags* RFID hanno il vantaggio di una maggiore affidabilità, velocità e facilità di lettura (a distanza anche di qualche metro), oltre che buona resistenza ad escursioni termiche, a polvere e ad ambienti contaminati. La tecnologia RFID, associata all'utilizzo di Bar/QR code, consentirebbe di tracciare l'intera filiera fino al prodotto finito (martellata, taglio, assortimentazione, prima lavorazione, seconda lavorazione, ecc.).

Tra i *tags* disponibili in commercio, i più idonei all'utilizzo nel settore forestale sono quelli a forma di chiodo (*nail tag*) o di clip (Fig. 1). Il *nail tag* risulta la scelta in genere migliore sia per le modalità di inserimento (con martello apposito), che per il basso rischio di perdita o danneggiamento una volta che è stato fissato all'interno del tronco. La Regione Friuli, per valutare la fattibilità tecnica ed economica di un sistema di tracciabilità del legname tramite utilizzo di RFID, ha applicato 700 *tags* (500 a chiodo, 100 a etichetta e 100 a forma di disco) ad alberi di abete rosso e faggio, destinati in parte al settore dell'edilizia e in parte alla combustione. Lo studio ha seguito i *tags* dall'inserimento, all'avvallamento, al carico sull'autocarro, fino allo scarico nel piazzale di segheria. Sono stati persi per distacco o danneggiamento l'8,5% dei *tags* sul legname da opera e il 4,3% dei *tags* applicati sulla legna da ardere. I *nail tags* sono risultati i più sicuri nelle fasi di avvallamento e trasporto, ma devono essere inseriti con attenzione (circa il 5% dei *nail tags* è stato danneggiato durante l'inserimento).

Dal punto di vista economico l'acquisto degli strumenti necessari alla tecnologia RFID si aggira tra 1.500 e 2.000 euro, mentre il costo dei *tags* varia tra 0,80 euro e 1,40 euro l'uno. Si stima che l'utilizzo della tecnologia RFID si traduca in un incremento del costo del legname tra 1,5 e 4,5%.

Per il legname destinato alla combustione, considerando l'utilizzo di un RFID per fascio di legna (e non per singolo tronco), si stima un aumento del prezzo di vendita pari a 0,5 euro al quintale (Federicis e Michelin, 2013). Nell'ambito di un progetto EU (IKP, 2009) è stato sviluppato un nuovo prototipo di RFID a forma di cuneo e in materiale bio-compatibile (in attesa di brevetto) studiato appositamente per l'utilizzo in bosco (IKP, 2010). Questo RFID viene inserito all'interno della fibra legnosa ed è quindi successivamente protetto da urti e danneggiamenti (Fig. 1). Il sistema è stato progettato per resistere alle sollecitazioni prodotte dall'inserimento manuale (un operatore esperto può effettuare fino a 100 inserimenti/ora) o dall'Harvester (in caso di inserimento automatico) e per operare in condizioni climatiche difficili (è stato testato in bosco tra -30°C e +30°C).

5. Esempi sperimentali di tracciatura delle produzioni legnose

Nelle sperimentazioni finora effettuate, i *tags* RFID sono stati applicati solo a partire dal taglio dell'albero. Tuttavia si potrebbe ipotizzare di utilizzare un *tag* RFID (primario) già in fase di marcatura dell'albero destinato al taglio (martellata). In tal modo ogni prodotto potrebbe disporre di tutte le informazioni dell'albero di origine, tra le quali

le coordinate topografiche che diventerebbero una inequivocabile chiave di certificazione.

In questa prospettiva è in corso di sperimentazione l'applicazione a ogni albero martellato di un *tag* RFID con codice *primario* cui vengono associati, in un archivio remoto, molteplici dati quali coordinate GPS dell'albero, specie, diametro, volume da modello dendrometrico. Un applicativo software di gestione georeferenziata della martellata (ARGOS) è stato sviluppato da F360 (*spin-off* col sostegno di CREA) e testato nel 2013 per le esigenze dei Servizi forestali della Provincia autonoma di Trento. L'applicativo associa in automatico le coordinate GPS a ogni albero martellato e gestisce l'input delle altre informazioni a esso relative (specie, dimensioni, ecc.). Con l'apposizione di un *tag* RFID già in questa fase, tali informazioni possono essere permanentemente associate al codice univoco RFID del tag stesso per essere quindi registrate (tramite detto codice che ne identifica permanentemente il soggetto di provenienza) in un archivio remoto. Il software gestisce, durante e a fine della procedura, i report dell'operazione di martellata (volumi martellati e loro ripartizione per specie e dimensioni) e può generare automaticamente in output un file GIS con le posizioni dei soggetti arborei coinvolti nella martellata (Fig. 2).

In sede di taglio e allestimento si prevede di organizzare il sistema per la lettura del codice primario, a cui fa seguito la marcatura individuale (*tag* RFID o sua recente variante per *smartphone* NFC) di ciascun assortimento (limitatamente ai tronchi da opera e a un solo albero alla volta), con apposizione sull'assortimento di un nuovo *tag* il cui codice individuale "secondario" viene associato nell'archivio remoto al codice primario dell'albero di origine.

Sono inoltre inserite le informazioni relative a data del taglio, lunghezza, diametro mediano, classificazione qualitativa dell'assortimento. L'associazione tra i codici consente di unire all'assortimento anche tutte le informazioni raccolte in sede di martellata riferite all'albero di origine (coordinate comprese).

La procedura consente di eliminare ulteriori fasi di contabilizzazione all'imposto (e relativi rischi per la sicurezza degli operatori), esclusi eventuali controlli a campione di congruità con quanto desumibile dall'archivio remoto, di organizzare (o meno) le cataste già in base alla destinazione e/o alla qualità e di produrre report informativi sugli aspetti quantitativi e qualitativi dei lotti accatastati.

Le operazioni (anche sofisticate) di elaborazione di report avverrebbero a livello di archivio (sulla base dei codici trasmessi) e comunicate in un determinato *form* al terminale che ha inviato la richiesta (anche direttamente in campo su *tablet* o *smartphone*, purchè in presenza di copertura di rete). In segheria, nella fase di prima lavorazione, la lettura dei codici secondari consentirebbe l'orientamento automatico ai fini della lavorazione su base qualitativa e la possibilità di ricostituire (automaticamente) sugli assortimenti di prima lavorazione (in tal caso forse con QRcode o BARcode) l'intera connessione logica alle fasi precedenti. Teoricamente il processo potrebbe continuare fino ai prodotti finiti, consentendo

all'utilizzatore finale di ricostruire la filiera fino all'albero dal quale il prodotto proviene.

In futuro, la pratica di "inferenze a ritroso" su prodotti dotati di concreta tracciabilità individuale in ogni fase di lavorazione potrebbe comportare un ulteriore vantaggio, sia per il proprietario o l'Amministrazione forestale sia per la ditta di utilizzazioni boschive e le imprese di trasformazione: la possibilità di valutare i dati di rendimento e qualità tecnologica riscontrati dopo le prime lavorazioni, in relazione con la provenienza geo(topo)-grafica del fusto di origine, fino addirittura al miglioramento a ritroso delle procedure di stima dendrometrica adottate in sede di pianificazione. Occorre comunque bilanciare costi e valore del prodotto, e quindi i metodi di tracciatura automatica sono essenzialmente destinati al legname da opera, e in particolare a quello di pregio, spesso non valorizzato proprio anche per carenza di informazioni inventariali in sede di pianificazione degli interventi selvicolturali.

6. Conclusioni

La selvicoltura è determinante per lo sviluppo socio-economico delle aree rurali e montane: promuovere la selvicoltura significa favorire gli aspetti positivi della bioeconomia a livello nazionale, conservando e generando posti di lavoro e capacità reddituali e agevolando la competitività della gestione forestale, dell'agricoltura e delle industrie di settore.

In Italia risulta un potenziale margine significativo per un calibrato aumento della utilizzazione della produzione legnosa forestale nazionale, in un quadro di attenta pianificazione forestale. Il correlato incremento delle possibilità occupazionali nel medio periodo può essere stimato, a livello nazionale, in non meno di 35.000 nuovi posti di lavoro, con riferimento al solo settore delle utilizzazioni legnose. In questo contesto è importante sottolineare anche l'impatto sull'indotto (a esempio, ogni kWh termico prodotto con il legno crea un numero di posti di lavoro circa quattro volte maggiore dello stesso kWh termico prodotto con combustibili fossili) e la necessità di far emergere il cosiddetto lavoro nero, ancora molto significativo in questo settore (si stima che per ogni unità lavorativa censita ne siano presenti altre tre irregolari). La gestione delle foreste cerca di conciliare la protezione dell'ambiente (prevenzione del dissesto idrogeologico, conservazione della biodiversità, salvaguardia del paesaggio, contrasto e mitigazione dei cambiamenti climatici, ecc.) con lo sviluppo socio-economico del territorio, in una ottica multifunzionale che interpreta il bosco come un sistema biologico complesso (Ciancio, 2014; Corona, 2014). Da un punto di vista del proprietario/imprenditore boschivo, ciò passa attraverso la possibilità di valorizzare i prodotti ottenuti e i servizi offerti al fine di ricavarne reddito, anche da reinvestire nella stessa gestione forestale. Le strategie da mettere in atto sono in ragione delle capacità imprenditoriali e di una serie organizzata di servizi di impresa, tra cui la tracciabilità dei prodotti, che si affianchi e potenzi gli sforzi che da tempo si stanno facendo sul versante della certificazione.

Tabella 1. Principali dati inventariali connessi alle potenzialità di approvvigionamento di materia prima legnosa in Italia (www.infc.it; Gasparini *et al.*, 2009).

Table 1. Main inventory data concerning the potential of wood supply in Italy (www.infc.it; Gasparini *et al.*, 2009).

<i>Superficie forestale</i>	10,4 milioni di ettari
<i>Massa legnosa</i>	1,2 miliardi di m ³
<i>Incremento legnoso annuo totale</i>	36 milioni di m ³
<i>Incremento annuale dei boschi suscettibili di utilizzazione forestale</i>	29,6 milioni di m ³
<i>Prelievo legnoso annuo</i>	13,7 milioni di m ³
<i>Tasso medio globale di prelievo</i>	1,5 m ³ per ettaro

Tabella 2. Metodi e tecnologie di marcatura del legname, in uso o in fase di test.

Table 2. Methods and technologies for timber marking, under use or under testing.

<i>metodo</i>	<i>caratteristiche</i>	<i>costi</i>	<i>formazione operatori</i>	<i>archiviazione dati</i>	<i>stato</i>
Martello forestale	Marcatura con simboli o numeri impressi nel legno	trascurabili	no	Trascrizione manuale su supporto cartaceo o digitale	In uso
Uso di vernici	Marcatura tronchi con vernici colorate, con simboli o codici numerici scritti a	trascurabili	no	Trascrizione manuale su supporto cartaceo o digitale	In uso
Etichette numerate in plastica (<i>plastic tag</i>)	Etichette con codice numerico in serie inserite con sistema a percussione	0,02-0,08 €/tag	no	Trascrizione manuale su supporto cartaceo o digitale	In uso
Barcode QRcode	Codice a barre 1 o 2 D riportato su supporti di carta plastificata o metallo.	0,05-0,2 €/tag	sì	Automatica tramite lettore elettronico o <i>smartphone</i> (sola lettura)	In uso
RFID (passivi)	<i>Tag</i> con tecnologia RFID montati su supporti diversi (chiodi, etichette, cunei) leggibili	da 1 €/tag (in calo)	sì	Automatica tramite lettore elettronico (lettura/scrittura)	In fase di test
Micro traccianti	Microscopiche particelle contenenti un microchip polimerico. Sì	0,03-0,1 €/supporto	sì	Trascrizione manuale su supporto cartaceo o digitale	In fase di test



Figura 1. Esempi di tags RFID idonei alla marcatura del legname (tag sperimentale a cuneo, clip, nail tag).
 Figure 1. Examples of RFID tags for timber marking (experimental wedge tag, clip, nail tag).

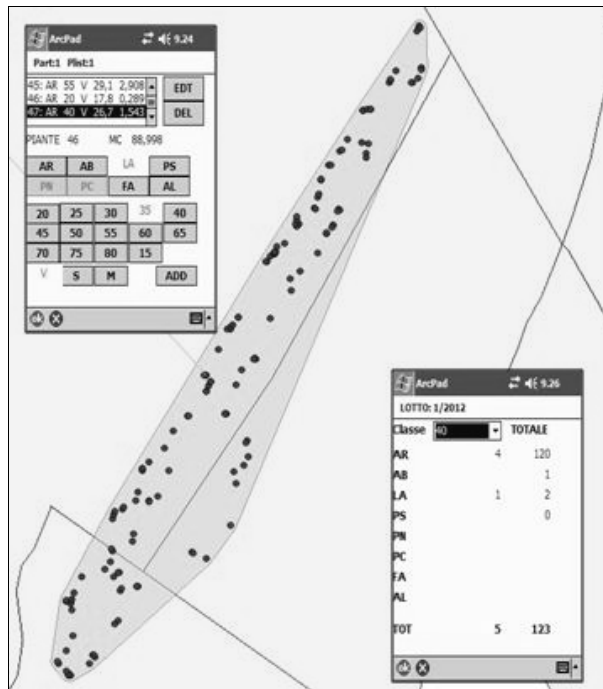


Figura 2. Esempio di applicativo (ARGOS prodotto da F360 srl), utilizzabile su tablet o smartphone, con la posizione degli alberi martellati in una particella forestale; a scopo esemplificativo sono riportati i dati individuali di input di un albero martellato e uno dei report elaborati (numero di alberi martellati per specie e classe diametrica).

Figure 2. Example of a software application (ARGOS by F360 srl), which can be used by a tablet or smartphone, with the position of the trees marked for felling (superimposed on forest compartment map); examples of the input window for the data of a single marked tree and a report of the marking operation (number of marked trees by species and diameter size).

SUMMARY

Security of the wood production from the Italian forests and innovation for wood product traceability

In Italy several factors hamper a suitable exploitation of forest production potential: the supply chain fragmentation, the landowner inertia, the economic public nature of many products and services provided by the forests, the

lack of governance and cooperation. In the last decades, the increase of ecosystem service demand and the gradual abandonment of forest management in many mountainous areas have caused a certain decrease of wood harvesting. Harvesting rate has been maintained relevant only in coppices, mainly targeted to fuelwood production. The aim of this paper is to analyze and discuss the potential of wood raw material supply from the Italian forests, on the basis of recent statistical information and with distinctive reference to timber harvested from high forest stands.

Certification systems have the aim of ensuring that the product originates from sustainably managed forests. However, these approaches are still oriented predominantly to process more than to the product, whose precise origin is often unknown in the downstream sawmill because of hard practicality of processes of space-temporal segregation of wood assortments. Automatic tracing methods looks increasingly concrete, at least for the first few phases (from forest to sawmill). Costs must be balanced with product value, so that the application is essentially targeted for valuable timber. Promising technologies (including positional precision automatic geocoding) can support remotely store a unique identification of the primary object (tree), along with management planning information. The association of derived objects (trunks) could then gradually be already in use, transmitting possibly more information for measurement, quality, defects, even to guide subsequent processing and eliminate further accounting at the harvest yard and relative risks for the safety of operators. It could also support landowners, harvesting companies and manufacturers to perform backwards inferences on products with individual traceability at each stage of processing.

BIBLIOGRAFIA

- Berti S., Brun F., Corona P., Pettenella D., 2009 – *Produzioni forestali: considerazioni generali in una prospettiva di sostenibilità e di organizzazione del mercato*. In: Atti, Terzo Congresso nazionale di Selvicoltura. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali, Corpo Forestale dello Stato, Ministero dell’Ambiente, della Tutela del Territorio e del Mare, Regione Siciliana, Firenze, 2009, pp. 711-716.
- Ciancio O., 2014 – *Storia del pensiero forestale*. Rubbettino Editore, Soveria Mannelli.
- Corona P., 2014 – *Forestry research to support the transition towards a bio-based economy*. Annals of Silvicultural Research, 38: 37-38.
- Corona P., Barbati A., Tomao A., Bertani R., Valentini R., Marchetti M., Fattorini L., Perugini L., 2012 – *Land use inventory as framework for environmental accounting: an application in Italy*. iForest, 5: 204-209.
- F360srl – spinoff CREA, 2013 – *Applicativo software ARGOS, manuale operativo*.
- Federicis P., Michelin A., 2013 – *Tracciabilità del legname: test sull’utilizzo di Radio Frequency Identifier (RFID)*. Sherwood, 192: 11-15.
- Gasparini P., De Natale F., Di Cosmo L., Gagliano C., Salvadori G., Tabacchi G., Tosi V., 2009 – *I caratteri quantitativi 2005 - Parte 1, versione 2*. Inventario nazionale delle foreste e dei serbatoi forestali di carbonio. MiPAAF - Ispettorato Generale Corpo Forestale dello Stato, CREA-MPF, Trento, Italy.
- Gasparini P., Tabacchi G., 2011 – *L’Inventario Nazionale delle Foreste e dei serbatoi forestali di Carbonio INFC 2005. Secondo inventario forestale nazionale italiano. Metodi e risultati*. Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali; Corpo Forestale dello Stato. Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura, Unità di ricerca per il Monitoraggio e la Pianificazione Forestale. Edagricole, Il Sole 24 ore, Bologna, pp. 653
- Indisputable Key project (IKP), 2009 – *Selection and definition of environmental and economic Key Performance Indicators* (report D3.3). Swedish Environmental Research Institute. www.indisputablekey.com
- Indisputable Key project (IKP), 2010 – *Environmental product declarations (EPD) for selected products*, (report D 3.8). Swedish Environmental Research Institute. www.indisputablekey.com
- Tabacchi G., De Natale F., Gasparini P., 2010 – *Coerenza ed entità delle statistiche forestali. Stime degli assortimenti netti di carbonio*. Sherwood, 165: 11-19.

ATTIVITÀ DI SUPPORTO ALLE IMPRESE FORESTALI DEL PIEMONTE PER AGEVOLARE IL RECEPIMENTO DEL REGOLAMENTO UE N. 995/2010 (EUTR)

Valerio Motta Fre¹, Corrado Cremonini², Francesco Negro²
Graziella Testaceni³, Roberto Zanuttini²

¹Regione Piemonte, Settore Foreste, Torino

²DISAFA, Università degli Studi di Torino, Grugliasco; francesco.negro@unito.it

³CSI Piemonte, Direzione Servizi digitali - Formazione, Torino

Il Regolamento UE n. 995/2010 (EUTR - *European Timber Regulation*) è entrato in vigore il 3 marzo 2013 ed è stato adottato per contrastare l'immissione all'interno del mercato europeo di legno e prodotti da esso derivati di origine illegale. Le ricadute per le imprese forestali che rivestono il ruolo di Operatore sono rilevanti in quanto le stesse sono tenute ad adottare uno specifico Sistema di Dovuta Diligenza (SDD). Il Settore Foreste della Regione Piemonte ha promosso una serie di iniziative per agevolare il recepimento delle disposizioni dell'EUTR da parte delle imprese forestali locali. Nello specifico sono state adottate indicazioni operative rivolte alle imprese locali, elaborando nel contempo un modello di SDD calato sulla realtà territoriale di riferimento. Parallelamente è stata avviata un'attività di formazione e di condivisione della conoscenza sul Regolamento UE n. 995/2010, rivolta agli operatori locali. In particolare, attraverso il portale di e-learning forestale ELFo è stato predisposto uno specifico corso *on-line*. Le iniziative attivate comprendono inoltre la realizzazione di una guida sull'EUTR e le sue ricadute sulle imprese locali, del relativo *e-book* e di un'applicazione disponibile su supporto web e mobile; quest'ultima permette di verificare gli elementi necessari ad una valutazione del rischio speditiva. Il contributo presenta l'insieme delle attività svolte a supporto delle imprese forestali locali, evidenziando in particolare come il modello di SDD sia stato configurato sulla base delle specificità esistenti nell'ambito regionale di applicazione. Nel complesso l'esperienza esposta è trasferibile ad altre Regioni previo adattamento alle relative norme forestali e alle loro peculiarità.

Parole chiave: EUTR, Sistema di Dovuta Diligenza, formazione a distanza.

Keywords: European Timber Regulation, Due Diligence System, e-learning.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-vm-att>

1. Introduzione

Il Regolamento UE n. 995/2010, noto anche come EUTR - *European Timber Regulation*, è entrato in vigore il 3 marzo 2013 ed è stato adottato per contrastare l'immissione all'interno del mercato europeo di legno e prodotti da esso derivati di origine illegale. Il concetto di illegalità riguarda il legno e i prodotti da esso derivati alla raccolta, trasportati, acquistati e venduti in violazione delle leggi nazionali o internazionali applicabili nel caso specifico, come ad esempio norme forestali, fiscali e commerciali.

Il Timber Regulation interessa la maggior parte dei prodotti a base di legno commercializzati all'interno dell'Unione Europea, con l'esclusione di poche tipologie quali, ad esempio, il legno riciclato e il bambù. In sintesi, il Regolamento UE n. 995/2010 distingue due macro-categorie di soggetti:

- Operatore: persona fisica o giuridica che, nell'ambito di un'attività commerciale, immette per primo legno e prodotti da esso derivati all'interno del mercato europeo.

- Commerciante: persona fisica o giuridica che vende o acquista legno e prodotti da esso derivati già immessi sul mercato interno.

Mentre per i Commercianti il Regolamento ha un impatto limitato, in quanto richiede sostanzialmente di conservare le informazioni che permettono di garantire la tracciabilità del materiale commercializzato, la maggior parte delle prescrizioni riguardano gli Operatori.

In particolare, essi devono implementare un Sistema di Dovuta Diligenza (SDD) che permetta di valutare il rischio di immettere sul mercato europeo legno e prodotti derivati di provenienza illegale.

Ai sensi del regolamento, il Sistema di Dovuta Diligenza deve essere strutturato in tre fasi:

- Accesso alle informazioni: l'Operatore deve adottare misure e procedure che consentano di reperire le informazioni riguardanti l'approvvigionamento di legno e prodotti derivati immessi sul mercato. A titolo di esempio, le informazioni richieste comprendono: descrizione del legno e prodotti derivati, inclusa la denominazione commerciale, il tipo di prodotto, la specie legnosa

e, ove possibile, la sua denominazione scientifica; il Paese di raccolta e, se del caso, la regione sub-nazionale e la concessione di taglio; la quantità (volume, peso o numero di unità) di materiale immesso sul mercato; il nominativo del fornitore ed eventualmente dei clienti.

- Valutazione del rischio: in base alle informazioni raccolte nel corso della fase precedente e di quelle disponibili pubblicamente, l'Operatore deve attuare una procedura di valutazione del rischio di immettere sul mercato europeo legno e prodotti derivati di origine illegale. Oltre a quelli già elencati, tale valutazione deve prendere in considerazione altri criteri, quali ad esempio la prevalenza di pratiche illegali nel Paese di provenienza del legno, la presenza di sanzioni imposte dall'UE come gli embarghi sulle importazioni di legno, la complessità della catena di approvvigionamento. L'Operatore deve eseguire la suddetta valutazione, per quanto possibile, prima che il legno o i prodotti derivati siano immessi sul mercato dell'Unione Europea e deve essere in grado di dimostrare di aver effettuato la procedura in modo sistematico, obiettivo, trasparente e ripetibile. Nel caso in cui tramite la procedura di valutazione si sia determinato un rischio trascurabile, il legno o i prodotti derivati possono essere immessi sul mercato, altrimenti è necessario attuare azioni di mitigazione del rischio.

- Mitigazione del rischio: le procedure di riduzione del rischio riguardano un insieme di misure e procedimenti volti a minimizzarlo efficacemente, che possono consistere nell'acquisizione di informazioni supplementari, nel ricorso a visite ispettive, nella verifica in loco o nella scelta di fornitori o prodotti alternativi. È da considerare che in alcuni casi l'unica opzione praticabile può consistere nell'individuare una fonte alternativa per l'approvvigionamento di un determinato prodotto, poiché non si è in grado di reperire un adeguato livello di informazioni e di conseguenza non è possibile applicare la Dovuta Diligenza necessaria. Nel complesso, dunque, l'Operatore deve stabilire se è ragionevolmente possibile predisporre azioni di mitigazione o se non sia più conveniente cambiare fornitore.

Nel rispetto della struttura sopra descritta, l'implementazione di un Sistema di Dovuta Diligenza può variare da un'impresa all'altra. Ad esempio, le imprese dotate di un sistema di gestione certificato, come quelli previsti dagli standard UNI EN ISO 9001 o UNI EN ISO 14001, possono integrare in esso il SDD, formalizzando molti processi decisionali. Tuttavia le imprese di dimensioni inferiori e meno strutturate potrebbero essere nella condizione di dover adottare per la prima volta tecniche di gestione del rischio.

Indipendentemente dalle loro dimensioni e dalle esperienze pregresse, le imprese possono scegliere di attivare in proprio il SDD o di ricorrere al supporto di un soggetto esterno. Al riguardo, il Regolamento UE n. 995/2010 stabilisce le regole per i soggetti, denominati Organismi di Controllo (o Monitoraggio) che intendono sviluppare e fornire ad altri un SDD.

Il ricorso a tali servizi può comportare un costo ed è da precisare che la responsabilità di conformità ai requisiti del Regolamento UE n. 995/2010 rimane comunque in capo all'Operatore. Il Regolamento prevede che gli Stati predispongano specifici controlli sulla base di un'analisi

del rischio del comparto e definiscano sanzioni di natura amministrativa o penale, in funzione della gravità delle inosservanze commesse. In ambito nazionale l'Autorità Competente è rappresentata dal Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali (MiPAAF) che si avvale del Corpo Forestale dello Stato per l'effettuazione dei controlli previsti dai citati Regolamenti comunitari.

La Legge delega al Governo n. 96 del 6 agosto 2013 ha previsto, per le infrazioni alle disposizioni dei Regolamenti UE n. 2173/2005 e n. 995/2010, sanzioni amministrative fino ad un massimo di 1 000 000 € proporzionali al valore commerciale della merce illegalmente importata o, se superiore, a quello dichiarato e, nel caso di violazioni di natura penale, la sanzione amministrativa o l'arresto fino a tre anni.

A supporto del Regolamento UE n. 995/2010 è stato emanato il Regolamento di esecuzione (UE) n. 607/2012, sulle modalità di applicazione relative al Sistema di Dovuta Diligenza e sulla frequenza e natura delle verifiche sugli Organismi di Controllo; la Commissione Europea ha inoltre pubblicato alcuni chiarimenti circa le modalità di applicazione del Regolamento EUTR, reperibili all'indirizzo:

http://ec.europa.eu/environment/eutr2013/index_it.htm.

In tale contesto, la Regione Piemonte ha intrapreso una serie di iniziative per supportare le imprese forestali regionali nell'implementazione di un Sistema di Dovuta Diligenza. L'azione ha interessato tre differenti ambiti: l'adeguamento del sistema informativo "PRIMPA", la pubblicazione del volume "Indicazioni agli operatori forestali per l'applicazione del Regolamento UE n. 995/2010" e l'attivazione di differenti azioni di informazione e formazione.

2. Adeguamento del sistema informativo "PRIMPA"

Il servizio informativo PRIMPA, acronimo di Privati - Imprese - Pubblica Amministrazione, è nato per mettere in contatto i cittadini (o le aziende) che devono richiedere autorizzazioni o semplicemente comunicare alla Regione Piemonte l'inizio di un'attività o intervento in campo ambientale e selvicolturale. Il servizio è stato recentemente aggiornato ai fini del Regolamento UE n. 995/2010, in particolare per quanto riguarda la fase di raccolta delle informazioni.

3. Volume "Indicazioni agli operatori forestali"

Il volume (AA.VV., 2013), disponibile in formato cartaceo e digitale (in .pdf o come *ebook*), è stato elaborato nell'ambito di un tavolo di lavoro cui hanno partecipato diversi soggetti:

- Regione Piemonte – Direzione Generale Agricoltura - Struttura Sviluppo e Gestione Forestale;
- Regione Lombardia – Direzione Opere Pubbliche, Difesa del Suolo, Economia Montana e Foreste – Settore Foreste;
- Università degli Studi di Torino – Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari (DISAFA);
- Associazione Regionale Imprese Boschive della Lombardia.

Il documento (Fig. 1) è indirizzato prioritariamente agli Operatori delle Regioni Piemonte e Lombardia che immettono per primi nel mercato europeo legno di provenienza locale e derivante da popolamenti arborei soggetti al rispetto della relativa legislazione forestale (boschi) o meno (arboricoltura da legno). Il volume analizza infatti le prescrizioni del Regolamento UE n. 995/2010 nel contesto della legislazione forestale vigente nelle due Regioni coinvolte. Al riguardo, l'impostazione delle Leggi forestali regionali e dei relativi Regolamenti, con le richieste di informazioni di dettaglio sull'attività di raccolta (tagli e prelievi), favorisce il soddisfacimento di numerosi requisiti previsti dal Regolamento UE n. 995/2010; tuttavia, sebbene specificamente elaborato in base alle realtà delle due Regioni citate, il testo può risultare un utile strumento in situazioni analoghe presenti a livello nazionale. In particolare il testo si focalizza sulla fase di accesso alle informazioni necessarie per eseguire la valutazione del rischio di immettere sul mercato legno e prodotti derivati di origine illegale. La procedura di valutazione dovrà in ogni caso essere effettuata sotto la piena responsabilità dell'Operatore. Nel complesso, il documento si propone di fornire un supporto alle imprese forestali per:

- inquadrare il Regolamento UE n. 995/2010;
- stabilire se l'impresa rientra tra i soggetti interessati e in quale ruolo (Operatore o Commerciante). Al riguardo il testo riporta alcuni esempi di situazioni in cui il soggetto si configura come Operatore, in particolare per i casi di immissione sul mercato dell'UE di legno e prodotti derivati di provenienza interna all'UE;
- adottare un Sistema di Dovuta Diligenza conforme ai requisiti previsti dal Regolamento EUTR;
- comunicare il risultato dell'applicazione del SDD alle parti interessate;
- condividere buone pratiche, strumenti e schemi di riferimento.

In sintesi, la chiave del successo di un Sistema di Dovuta Diligenza consiste nell'adottare misure per documentare la trasparenza della catena di approvvigionamento e nell'incoraggiare tutti i componenti a comportarsi allo stesso modo.

Con particolare riferimento a una impresa boschiva che opera a livello regionale nel ruolo di Operatore, l'applicazione del SDD richiede la disponibilità della documentazione autorizzativa relativa al taglio, una valutazione del rischio relativa al lotto boschivo oggetto di utilizzazione e una registrazione del materiale legnoso commercializzato coerente con quanto raccolto.

Il citato volume contiene due modelli che possono essere utilizzati dalle imprese boschive per la corretta tenuta dei registri, proposti a titolo dimostrativo con l'intento di minimizzare la produzione di documentazione e limitare l'aggravio di lavoro per gli Operatori della filiera locale. Nello specifico, il modello 1 riguarda il Sistema di Dovuta diligenza e si compone delle seguenti parti: frontespizio del fascicolo relativo al lotto, riportante le informazioni generali del lotto, dell'impresa e della documentazione contenuta

nel fascicolo; foglio 1: accesso alle informazioni; foglio 2: valutazione del rischio; foglio 3: mitigazione del rischio; foglio 4: registro delle partite di vendita.

Con riferimento alle modalità di compilazione si sottolinea come sia buona regola, relativamente alla documentazione autorizzativa relativa al taglio effettuato nella Regione Piemonte, allegare al modello 1 una comunicazione semplice anche nel caso in cui questa non sia richiesta ai sensi del vigente Regolamento forestale (DPGR n. 8/R del 20.9.2011, articolo 4, commi 1 e 2) di applicazione della Legge n. 4/2009 della Regione Piemonte (lotti boschivi di superficie inferiore a 5000 m² o nel caso di interventi che interessino meno di dieci piante di alto fusto).

Il modello 2 è invece un fac-simile di comunicazione che gli Operatori possono inviare ai propri clienti per informarli degli obblighi previsti dal EUTR. In particolare, il modello comunica al destinatario che sono stati assolti gli obblighi previsti dal Regolamento EUTR e che a suo carico, in quanto Cliente e Commerciante, vige l'obbligo di tracciabilità delle vendite ad altri commercianti per la merce fornita.

Infine, il volume offre una panoramica dei meccanismi che svolgono un ruolo importante per la valutazione del rischio, quali gli schemi di certificazione forestale, ad esempio FSC (*Forest Stewardship Council*) o PEFC (*Programme for the Endorsement of Forest Certification*) e le licenze di legalità CITES (*Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora*) e FLEGT (*Forest Law Enforcement, Governance and Trade*).

4. Attività di formazione/informazione

Allo scopo di formare ed informare gli Operatori forestali regionali, la Regione Piemonte, in collaborazione con il Dip. DISAFA e il Consorzio per il Sistema Informativo (CSI) del Piemonte, ha attivato un corso online sul tema della Due Diligence. Il corso, che ha da poco concluso il primo ciclo, è stato fruibile tramite la piattaforma EIFO (E-learning Forestale) ed è stato strutturato nelle seguenti parti:

- introduzione: presentazione del Regolamento UE 995/2010 e dello staff; in particolare sono stati realizzati due video contenenti rispettivamente un inquadramento generale del EUTR ed una casistica esemplificativa per fornire un supporto nella distinzione tra le figure di Operatore e Commerciante;
- inquadramento: presentazioni, documenti, buone pratiche, riferimenti normativi, glossario;
- ambiente di discussione: forum per il confronto e FAQ;
- strumenti di supporto: esempi di modelli compilati, procedura di valutazione del rischio tramite web, link utile;
- autovalutazione: test di autovalutazione composto da 12 domande.

Inoltre è stata sviluppata un'applicazione informatica (App) per dispositivi portatili (*smartphone* e *tablet*) contenente una procedura di valutazione del rischio calata sulla realtà del settore a livello regionale, che tuttavia può rappresentare un utile strumento per

Operatori che agiscono in contesti regionali analoghi. L'App, denominata DUE 995 (Fig. 2) e scaricabile gratuitamente presso gli *store* dei sistemi operativi Android e iOS, propone una procedura di valutazione del rischio secondo il Regolamento UE 995/2010; per ogni passaggio della procedura stessa viene fornita inoltre una serie di commenti riguardanti i fattori da prendere in considerazione e le migliori modalità di esecuzione della valutazione stessa. All'utente, sulla base alle informazioni in proprio possesso, è richiesto di rispondere "sì" o "no" alle domande previste dalla *checklist* di valutazione del rischio, fino al raggiungimento dell'esito finale (rischio trascurabile/non trascurabile). Anche in questo caso, tuttavia, la responsabilità della valutazione effettuata rimane in capo all'utente stesso.

L'App DUE995 offre quindi alle imprese forestali uno strumento di supporto per verificare se il SDD attuato sotto la propria responsabilità soddisfa le disposizioni del Regolamento UE 995/2010.

Per incentivarne l'uso da parte degli operatori, è stato scelto di non richiedere nessuna registrazione e di mantenere anonimo il risultato della procedura di autovalutazione.

5. Conclusioni

Il Regolamento UE n. 995/2010, imponendo regole volte a contrastare l'immissione di legno e prodotti derivati di origine illegale all'interno del mercato europeo, permette di incrementare ulteriormente il profilo ecologico e legale dei materiali legnosi. Ciò apre prospettive interessanti per la valorizzazione del legname locale, in quanto di gestione più agevole rispetto a quello impor-

tato da Paesi extra UE, ad esempio per quel che riguarda la fase di accesso alle informazioni.

Per soddisfare i requisiti del Regolamento EUTR le imprese devono adottare misure finalizzate all'applicazione di un Sistema di Dovuta Diligenza per il legno e i prodotti da esso derivati. In ogni caso, agli Operatori forestali che utilizzano legno di provenienza locale non è richiesto di apportare significative modifiche alle consuete modalità operative, quanto piuttosto di organizzarsi per documentare meglio la propria attività.

L'implementazione di un Sistema di Dovuta Diligenza conforme ai requisiti del EUTR richiede sicuramente un impegno attivo da parte delle imprese del settore che d'altro canto può rappresentare un punto di forza della filiera legno a livello nazionale e regionale e può fattivamente contribuire a rilanciare i consumi di legname di provenienza locale. La necessità di adottare un adeguato SSD è inoltre rafforzata dalla recente pubblicazione del Decreto Legislativo n. 178/2014, entrato in vigore il 25.12.2014, che stabilisce le sanzioni penali ed amministrative da applicarsi in caso di violazione degli obblighi previsti dal Regolamento EUTR.

L'elemento cardine per la realizzazione di un sistema di Dovuta Diligenza è costituito dalla capacità dell'impresa di garantire e dimostrare la tracciabilità della materia prima legnosa. In questo senso, attraverso l'attivazione di iniziative di informazione e formazione, intraprese anche in collaborazione con il Dip. DISAFA dell'Università di Torino, la Regione Piemonte ha inteso fornire agli Operatori regionali gli strumenti più idonei, anche in termini di facilità d'uso e di economicità, a supporto della realizzazione di un SDD conforme ai requisiti previsti dall'EUTR.



Figura 1. Copertina del volume indirizzato agli Operatori forestali del Piemonte.
Figure 1. Cover of the volume addressed at forest Operators of Piemonte.



Figura 2. Icona dell'App DUE995.
Figure 2. App DUE995 icon.

SUMMARY

Support to Piemonte forest enterprises aimed at facilitating the adoption of the Regulation UE n. 995/2010 (EUTR)

The Regulation UE n. 995/2010 (EUTR – European Timber Regulation) entered into force on the 3rd March 2013 and was adopted to contrast the placing on the European market of illegally harvested timber and timber products. The effects for forest enterprises acting as Operator are relevant since they shall adopt a specific Due Diligence System (SDD). The Forest Sector of Piemonte Region promoted a series of initiatives aimed at facilitating the adoption of EUTR dispositions by local forest enterprises. In detail, operative indications for local enterprises have been adopted, elaborating at the same time a SDD model designed for the specific territory. At the same time an activity of training and knowledge sharing on Regulation UE n. 995/2010 was started, addressed at local operators (enterprises, technicians and professionals, public administration officials, CFS). In particular, a specific on-line course was organized through the ELFo e-learning forest portal. Further, activated initiatives include the realization of a guide on EUTR and its effects on local enterprises, the relative e-book and a web and mobile application; this latter enables to verify the elements needed for a rapid

risk assessment. The contribution illustrates the activities performed for supporting the local forest enterprises, underlining in particular how the SDD model has been configured on the basis of the specificity existing at regional level. On the whole the experience can be transferred to other Regions after an adaptation to the relative forest laws and their peculiarities.

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV., 2013 – *Indicazioni agli Operatori forestali per l'applicazione del Regolamento (UE) n. 995/2010 "European Timber Regulation (EUTR)"*. Compagnia delle Foreste S.r.l., Arezzo.
- UE 995/2010 – *Regolamento UE n. 995/2010 del 20 ottobre 2010* che stabilisce gli obblighi degli operatori che commercializzano legno e prodotti da esso derivati.
- UE 607/2102 – *Regolamento di esecuzione UE n. 607/2102 del 6 luglio 2012* sulle disposizioni particolareggiate relative al sistema di dovuta diligenza e alla frequenza e alla natura dei controlli sugli organismi di controllo in conformità al regolamento (UE) n. 995/2010 del Parlamento europeo e del Consiglio che stabilisce gli obblighi degli operatori che commercializzano legno e prodotti da esso derivati.

IL RUOLO BIOECONOMICO DELLE CERTIFICAZIONI DELLA GESTIONE FORESTALE SOSTENIBILE IN ITALIA

Francesco Carbone¹, Antonio Brunori²

¹Dipartimento per l'Innovazione dei sistemi Biologici, Agroalimentari e Forestale, Università degli Studi della Tuscia, Viterbo; fcarbone@unitus.it

²Programme for the Endorsement of Forest Certification schemes (PEFC), Perugia, Italia

Da diversi anni, a vari livelli istituzionali, si stanno intraprendendo iniziative per promuovere una revisione dello schema economico tradizionale. L'idea è quella di superare i meri obiettivi quantitativi propri della crescita continua ed illimitata verso quelli qualitativi, ricomprendendo in essi anche quelli della qualità ambientale, di continuità e sicurezza delle produzioni. L'approccio intrapreso nel corso dell'ultimo decennio è stato identificato come *bioeconomy*. Contestualizzando il suo portato al settore forestale, la certificazione della gestione forestale sostenibile si configura come uno strumento per la sua attuazione. Introdotta per contrastare il *trend* regressivo della superficie forestale mondiale e per assicurare la tracciabilità dei prodotti sul mercato, al pari della *bioeconomy* si propongono gli obiettivi quali la conservazione del capitale naturale, il miglioramento dell'efficacia dei processi produttivi, il consumo di beni espressione di cicli produttivi sostenibili e con l'impiego di risorse rinnovabili. Attraverso l'analisi delle statistiche al 2014, nonché dei questionari e di alcune interviste dirette con gli operatori del settore, si intende fornire il quadro della certificazione forestale sostenibile ad oltre 20 anni dal suo avvento, nonché verificare se sussistono margini di miglioramento del suo contributo all'affermazione della *bioeconomy*.

Parole chiave: emergenze socio-economiche ed ambientali, capitale naturale, punti di forza, criticità, mercato dei prodotti certificati.

Keywords: socio-economic and environmental emergencies, natural capital, strengths, weakness, market of certified products.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-fc-ruo>

1. Introduzione

A partire dalla conferenza sull'*Ambiente e lo Sviluppo* organizzata dall'ONU a Rio de Janeiro (1992), le tematiche ambientali sono divenute prioritarie nelle agende delle istituzioni internazionali, nazionali e locali.

Da allora sono state formulate diverse teorie e strategie per coniugare lo sviluppo dell'economia con la tutela dell'ambiente, il cui obiettivo comune è stato: superare lo schema economico tradizionale.

La sua struttura - basata sulla presenza dei mercati che fanno da intermediari tra imprese e consumatori/forza lavoro, in una dinamica (potenziale) di crescita continua e illimitata, assumendo che non vi sia alcuna barriera e/o limite a tale trend (naturale, ambientale, sociale e/o politico-istituzionale, etc.) - ha evidenziato varie criticità ambientali già dalla seconda metà del XX secolo (Common, 1988; Pearce e Turner, 1990).

La recente recessione dell'economia mondiale del 2008 ha riproposto con forza la necessità di rivedere lo schema economico tradizionale. Pur avendo origine nella crisi dei mercati finanziari, essa ha avuto implicazioni di carattere sociale che ne hanno favorito il collegamento con le problematiche ambientali. La sovrapposizione di queste due crisi derivanti dalle inefficaci e miopi politiche del passato, si vanno a sommare alle emergenze socio-economiche e ambientali

che, nei prossimi decenni, dovranno essere affrontate. Queste sono:

- la crescita della popolazione mondiale e del tenore di vita delle popolazioni di alcune aree ad elevata densità di popolazione,
- la crescita della domanda globale di prodotti alimentari,
- la crescita della domanda globale di risorse naturali e in particolare dell'energia, nonché il conseguente aumento della pressione sull'ambiente,
- i limiti bio-fisici delle risorse naturali e del pianeta.

La *bioeconomy* è stata di recente individuata da varie istituzioni come la risposta esaustiva alle problematiche sopracitate.

Ad essa ha fatto riferimento l'OCSE (2008), ma soprattutto l'Unione Europea¹ (EU, 2005; DE, 2007; EU, 2010; EU, 2011; CE, 2011; CE, 2012; EU, 2012; CE, 2013). Nei documenti citati un ruolo importante è attribuito al settore primario (agricoltura, selvicoltura e pesca). Le tematiche forestali hanno trovato spazio nell'ambito della Conferenza di Rio de Janeiro per via dei trend regressivi della superficie forestale mondiale e dello stato delle foreste. Al fine di favorire il loro contrasto, su iniziativa del mondo associazionistico - per un verso

¹ Nel programma di ricerca ed innovazione *Horizon 2020* l'UE ha incluso tra le "sfide sociali" per il prossimo futuro la *bioeconomy* dedicandogli anche un apposito tavolo (*Bioeconomy panel*).

quelle ambientali e per l'altro quelle dei proprietari forestali privati - nel corso degli anni '90 sono stati promossi i due principali schemi per la certificazione della gestione forestale sostenibile. Con il presente contributo si intende analizzare le sinergie che intercorrono tra *bioeconomy* e certificazione della gestione forestale sostenibile, nonché soffermandosi sull'esperienza nazionale, evidenziare gli ulteriori margini di crescita della certificazione all'affermazione della *bioeconomy*.

2. Bioeconomy

Il termine *bioeconomy* è qualificato come una "buzzword", ossia è un termine privo di un significato univoco e unanimemente condiviso e, in quanto tale, facilmente adattabile alle circostanze consentendo di sancire una sintesi, pur in presenza di posizioni diverse, senza tuttavia entrare nella sostanza degli impegni "get out of jail free". L'equivoco più rilevante riguarda l'assunto che *biobased-economy* e *bioeconomy* siano sinonimi. La *biobased-economy* riflette una politica e/o una strategia secondo cui lo sviluppo economico dei prossimi anni potrebbe proseguire basandosi soprattutto su risorse/beni intermedi di matrice "bio-", ci si rifà ad essa come all'economia del "post-petrolio", mentre la *bioeconomy* riflette un sistema economico la cui sostenibilità ricomprende i limiti biofisici dei sistemi naturali. Il teorizzatore della *bioeconomy* fu Georgescu-Roegen N. (1906-1994). Georgescu-Roegen rilesse il modello economico tradizionale dal punto di vista dei principi della termodinamica, secondo cui i sistemi e la materia spontaneamente tendono ad aumentare la loro entropia, disperdendo energia nell'ambiente (Georgescu-Roegen, 1977a, 1977b). Ne consegue che processi produttivi antropici, assicurerebbero una crescita economica illimitata solo se si sviluppavano in un sistema aperto e non condizionato dai limiti bio-fisici, che invece caratterizzano il sistema terrestre. Fatta eccezione per processi produttivi naturali (propri dell'agricoltura, delle foreste e della pesca, al netto dei contributi antropici), quelli antropici partono da beni intermedi, comprese le risorse naturali, che sottoposti a successive trasformazioni mediante l'impiego di vari capitali² (naturale, umano e materiale), pervengono a beni di consumo. Il tutto avviene con dispersioni di energia e scarti nell'ambiente, il cui accumulo determina delle variazioni di stato e di funzionamento del sistema. Esempio evidente sono le problematiche attuali legate ai cambiamenti climatici.

Il modello di Georgescu-Roegen può definirsi circolare ed evolutivo, incardinato all'interno della matrice biofisica che per sua natura è sia limitata che suscettibile a perturbazioni. Tale matrice rappresenta il capitale naturale che è funzionale quanto ai processi di trasformazione dei beni che all'erogazione di servizi alla

collettività. Quest'ultima ricomprende i consumatori che, secondo l'economia tradizionale, agiscono coerentemente con i caratteri propri dell'*homo oeconomicus* (perfetta razionalità e non sazietà) al fine di massimizzare la loro utilità. Comportamento da cui, tuttavia, sono scaturite scelte/decisioni che nel corso degli anni sovente si sono configurate come individualiste e miopi, compromettendo la possibilità delle future generazioni a fruire dei benefici di cui stanno godendo le generazioni presenti, e in misura maggiore quelle passate, in termini di qualità dell'ambiente. Nella prospettiva della *bioeconomy*, invece, essi dovrebbero agire per massimizzare il proprio benessere, consapevoli che questo comprende anche il consumo di beni e la fruizione di servizi ecosistemici che derivano dal capitale naturale, divenendo così soggetti attivi del sistema. L'attivazione del modello bioeconomico e la cooperazione dei consumatori sui mercati, sono le condizioni che consentirebbero la conservazione del capitale naturale, da cui discende la continuità delle funzioni, assicurando conseguentemente la sicurezza nell'approvvigionamento di risorse per la vita degli organismi viventi in generale e il benessere della collettività in particolare.

3. Bioeconomia e certificazione della gestione forestale sostenibile

La *bioeconomy* vede nel settore primario (agricolo, forestale e ittico) un esempio di "vero" processo produttivo poiché le ulteriori unità di prodotto derivano da processi naturali quali la riproduzione, sostenuta dall'apporto energetico assicurato principalmente dal metabolismo alimentare negli animali e dai processi fotosintetici nelle piante. Nel modello bioeconomico le foreste hanno un ruolo rilevante. Esse potrebbero rappresentare una esemplificazione del modello stesso a condizione che queste siano oggetto di una gestione sostenibile e i consumatori acquistassero i prodotti che provengono da queste realtà. L'introduzione della certificazione della gestione sostenibile forestale, di seguito certificazione forestale, è stata sostenuta dai vari livelli istituzionali quale strumento volontario per assicurare l'attuazione di una gestione sostenibile degli ecosistemi boscati (Rametsteiner e Simula, 2003; Siry *et al.*, 2005). Essa si articola in due segmenti: il primo attiene alla gestione degli ecosistemi forestali denominandolo come gestione sostenibile o gestione responsabile delle foreste; il secondo attiene, invece, alla catena di custodia per assicurare la tracciabilità e riconoscibilità dei prodotti sul mercato. I due sistemi di certificazione forestale a livello internazionale sono *Forest Stewardship Council (FSC)* e il *Programme for the Endorsement of Forest Certification schemes (PEFC)*, a cui si affianca lo schema ISO 14000³ la cui adozione è fortemente minoritaria. Con riferimento fondamentalmente ai primi due, seppur diversi per aspetti motivazionali, organizzativi, strutturali, normativi, vengono di seguito trattati in forma aggregata, così come

² Questi concorrono a definire il "fondo" ossia sono quelle componenti del processo di trasformazione che godono della proprietà della conservazione dello "stato". Lo sviluppo del ciclo di trasformazione dei beni non determina il loro depauperamento.

³ In particolare si fa riferimento al documento ISO/TR 14601 - Information to assist forestry organizations in the use of Environmental Management System standards ISO 14001 and ISO 14004.

comunemente fatto ai fini statistici (UNECE/FAO, 2014), dato il comune intento di assicurare una gestione delle foreste rispettosa dei caratteri ecologici, ambientali e sociali e di garantire la tracciabilità dei prodotti forestali da essi derivanti. Vi sono evidenti affinità tra la certificazione forestale e la *bioeconomy*, al fine di poter individuare l'esistenza di un rapporto di reciprocità, laddove la certificazione forestale è di supporto all'affermazione della seconda, mentre quest'ultima si avvale anche della certificazione come strumento di attuazione.

4. Il quadro della certificazione forestale in Italia

I dati statistici con cui è stata costruita la situazione della certificazione della forestale in Italia sono stati acquisiti dai database del PEFC e FSC, aggiornati all'autunno 2014. Dalla loro elaborazione in forma aggregata, si intende evidenziare il contributo corrente della certificazione forestale e le sue prospettive future al fine di sostenere l'affermazione della *bioeconomy*.

A fronte di una superficie forestale totale stimata al 2015 di 10.982.013 di ettari⁴ (Corpo Forestale dello Stato, 2014), solamente 809.023 ettari (7,37%) sono sottoposti ad una gestione coerente con gli standard di uno e/o di entrambi gli schemi di certificazione. Circa 2/3 sono di proprietà pubblica e collettiva e 1/3 di proprietà privata. La superficie oggetto di duplice certificazione ammonta a ca. 42.000 ettari, concentrata in tre Regioni Lombardia (16.347 ettari), Trentino (12.578 ettari) e Toscana (12.290 ettari), mentre le superfici certificate in modo esclusivo ammontano a ca. 760.000 per il PEFC e ca. 9.500 ettari per FSC (Fig. 1) Il quadro a livello regionale si presenta molto variegato (Fig. 1). L'aspetto più rilevante è l'assenza di superfici forestali certificate in 10 delle 21 Regioni. Il Trentino Alto Adige ha circa il 70% del proprio patrimonio certificato, il Friuli Venezia Giulia e il Veneto circa il 20%, le altre hanno valori inferiori al 10%. Gli schemi della certificazione forestale sostenibile sono operativi a livello internazionale dagli anni '90. Il quesito che li sta accompagnando riguarda quando questo strumento raggiungerà una diffusione in grado di tipicizzare il tipo di gestione forestale attuata (UNECE/FAO, 2013). Declinandolo a livello nazionale e considerando che entrambi gli schemi sono operativi dal 2001, le proiezioni evidenziano che rimanendo costante il trend, solamente nel 2090 si dovrebbe pervenire al 50% della superficie certificata e, volendo fare un esercizio di astrazione teorica, solamente nel 2175 si arriverebbe al 100%, in entrambi i casi qualora la superficie forestale fosse quella stimata al 2014 (Fig. 2) Epoche analoghe sono state determinate per la dinamica mondiale allorché la superficie forestale rimanesse dell'entità corrente, poco più di 4 miliardi di ettari, mentre se continuasse il processo di contrazione, si conseguirebbero anticipatamente gli obiettivi della certificazione. Non si hanno dati significativi dell'entità

del legname certificato immesso nella Catena di custodia (CoC) dal sistema forestale italiano, né tantomeno di quello complessivamente commercializzato comprendendo l'import/export.

Il rapporto annuale UNECE/FAO (2014) consente di trarre un quadro su scala europea (Tab. 1).

A fronte di una superficie forestale certificata di poco inferiore al 60% solamente il 13,3% dei tronchi introdotti nella CoC è certificata. Si tratta di una sottostima poiché la certificazione forestale non sempre prevede l'uso del logo per la commercializzazione e la sua segnalazione nelle fatture di vendita, nonché malgrado il legname provenga da boschi certificati l'uso del logo è utilizzabile solamente se esso passa di proprietà tra soggetti afferenti al medesimo schema di certificazione, infine poiché il legname certificato è commercializzato anche come altre tipologie di assortimento.

Comparando questi valori con quelli registrati a livello mondiale (superficie certificata 10,3%, volume legnoso certificato 28,3%), il quadro Europeo è probabilmente spiegabile da un maggiore uso della certificazione come strumento di marketing territoriale e non di qualificazione ambientale della produzione.

5. Le motivazioni dei (magri) numeri della certificazione

Il quadro della certificazione forestale è stato completato da un'analisi motivazionale dei numeri registrati.

L'intento è stato quello di individuare i punti di forza e parimenti le criticità che accompagnano la certificazione forestale.

La somministrazione del questionario è stata accompagnata da interviste al fine di superare la rigidità che è propria di questo strumento, fornendo l'opportunità ai gestori di articolare meglio talune loro risposte.

È stata inoltre ravvisata la necessità di completare il quadro coinvolgendo anche coloro che in passato avevano avviato un percorso di certificazione e successivamente lo hanno dismesso, nonché raccogliere il contributo di coloro che istituzionalmente hanno competenze in materia ambientale (gestori delle aree protette), con riferimento alle problematiche di acquisto di prodotti in legno certificati per la gestione sostenibile (es. arredi da esterni per uso turistico ricreativo). Nel dettaglio si è proceduto a:

- somministrare un questionario alle proprietà attualmente certificate;
- sottoporre ad:
 - interviste dirette e strutturate ai gestori di alcune proprietà certificate;
 - interviste dirette e non strutturate ai gestori di alcune proprietà oggi non più certificate;
 - interviste dirette e non strutturate ad alcuni dirigenti di pubbliche Amministrazioni ed in particolare ai dirigenti delle Aree Protette.

⁴ Stime preliminari basate sui risultati della sola fotointerpretazione di INFC2015 e sui risultati di INFC2005 (Corpo Forestale dello Stato, 2014).

5.1 Punti di forza della certificazione forestale

La certificazione forestale è stata acquisita sia da aziende pubbliche che private poiché gli sono stati riconosciuti impatti positivi di varia natura. Anzitutto favorisce l'attenuazione delle tensioni tra proprietà e collettività locale, specie per le proprietà pubbliche. Ciò è da ricondursi alla sottoscrizione di impegni vincolanti soggetti a monitoraggio continuo da parte di soggetti terzi, che riducono i margini di libertà delle Amministrazioni di turno. Inoltre sovente è stata accompagnata da un indotto sull'economia locale, non tanto rispetto alla filiera di lavorazione del legname, quanto per l'immagine di cui beneficiano i prodotti ed i servizi non legnosi.

Varie sono state le segnalazioni di effetti positivi sull'amministrazione del patrimonio, sia sul piano dell'organizzazione, che della responsabilizzazione degli addetti. Alla base vi è l'osservazione di comportamenti pro-attivi del personale dovuti alla consapevolezza che concorrono alla realizzazione di una *mission* che si configura più rilevante e coinvolgente rispetto al semplice adempimento lavorativo. Infine è stata evidenziata la ricchezza rappresentata dal quadro analitico e conoscitivo del patrimonio forestale più articolato ed esaustivo di quello che normalmente si acquisisce in vista dell'esercizio delle attività selvicolturali, fortemente orientato all'aspetto produttivo.

5.2 Analisi delle criticità evidenziate dai soggetti gestori

Queste sono affrontate su due livelli: il primo comune per tutte le proprietà, il secondo attiene specificatamente alle proprietà pubbliche. Le criticità comuni riguardano tre profili. Anzitutto i costi. L'acquisizione della certificazione rappresenta un onere aggiuntivo per la proprietà, sia ai fini dell'acquisizione che dell'*audit* periodico, che diviene ingente e pesante per le proprietà che non hanno sbocchi di mercato di rilievo ed in grado di apprezzare tale innovazione. Tale dimensione diviene ancor più pesante per i soggetti gestori non proprietari, esempio Enti gestori di aree protette, nonché per le proprietà collettive, laddove l'introduzione della certificazione è sovente supportata da finanziamenti pubblici la cui discontinuità è stata indicata come causa del mancato rinnovo dopo il primo avvio accompagnato da grande enfasi politica.

Il secondo profilo riguarda il carico burocratico. È stato sollevato il problema della tenuta dei registri che, specie per le proprietà private di medie dimensioni, non sono avvezzi a questi adempimenti e procedure.

A prescindere dalla natura della proprietà il problema è rilevante soprattutto nella fase di avvio della certificazione, fintanto che non si è familiarizzato con la nuova procedura, successivamente appaiono più snelli e funzionali rispetto agli obiettivi.

La terza criticità riguarda l'attività di *audit* periodico. Sono state segnalati episodi in cui l'*audit* è entrata ne dettaglio di scelte/atti/provvedimenti esecutivi anche di fonti istituzionali sovraordinate, con osservazione che seppur fondate e pertinenti rispetto agli standard della certificazione forestale, sono di impossibile risoluzione diretta e tempestiva da parte della proprietà.

Passando alle criticità specifiche delle proprietà pubbliche, queste sono le realtà forestali prevalentemente certificate in Italia. Le problematiche specifiche attengono soprattutto quelle che hanno optato per la certificazione individuale. Tale scelta adottata per motivi di cassa e probabilmente anche per rispondere a delle esigenze immediate dovute a tensioni con le realtà locali, di fatto si caratterizza per una rilevante miopia politica. In questi contesti si può evidenziare un uso strumentale della certificazione forestale finalizzata a conseguire un ritorno di immagine, ma priva di una strategia per lo sviluppo del territorio e dell'economia locale. Il *policy maker* infatti non ha inteso operare in una strategia di filiera con il coinvolgimento delle imprese forestali locali; non ha colto l'opportunità di creare delle sinergie con gli operatori locali di settore; non si è impegnato oltre il conseguimento della certificazione, facendo talvolta mancare la successiva copertura finanziari per gli *audit* ed i rinnovi successivi. Da qui i casi di certificazioni acquisite e successivamente non rinnovate.

5.3 Evidenze dai mercati

Dalle interviste con i gestori emergono due differenti situazioni dovute ai caratteri dei mercati dei prodotti legnosi: i mercati dinamici ed aperti ed i mercati circoscritti e chiusi. I mercati dinamici e aperti sono fondamentalmente quelli dell'arco alpino. Questi hanno beneficiato dell'effetto traino assicurato dai mercati internazionali contermini (austriaci, francesi e tedeschi), i quali hanno alimentato una domanda di mercato di legname munito di certificazione forestale. Per le proprietà forestali esso è divenuto un pre-requisito per continuare ad assicurarsi nel tempo questa domanda di mercato. Contemporaneamente in queste aree il mercato ha registrato una profonda trasformazione. Si è rafforzato il mercato del legno abbattuto fronte strada, è stato consolidato il sistema della classificazione degli assortimenti per classi di qualità, è migliorata l'efficienza delle aste sia sul piano organizzativo che su quello della pubblicizzazione anche su scala internazionale. Ciò ha consentito l'ingresso di nuovi operatori sul mercato (imprese di seconda trasformazione) ampliando la numerosità degli acquirenti rispetto a quella che si registrava allorché vi partecipavano solo imprese di utilizzazione forestale⁵. Tale evoluzione ha consentito ad alcune realtà di emergere acquisendo una propria visibilità sul mercato ed in talune circostanze registrare l'ampliamento del portfolio clienti. Degna di menzione è anche la dinamica tipica dei *cluster* che si sono attivati localmente con effetto *spillover* su scala locale, laddove la certificazione della gestione forestale sostenibile è stata accompagnata dalla certificazione di imprese artigiane locali promuovendo un circuito economico di prodotti artigianali certificati.

Problematiche profondamente diverse evidenziano gli operatori dei mercati circoscritti e chiusi, propri del

⁵ Queste imprese hanno visto cambiare il loro mercato. Da quando operavano sul mercato dei beni, acquistando il soprassuolo in piedi, sono passati a quello dei servizi in cui eseguono i lavori in appalto.

centro e sud Italia. Il loro carattere “localistico” assicura e tutela la conservazione delle tradizioni e consuetudini, divenendo una barriera all’introduzione di innovazioni come la certificazione forestale. Qualora la proprietà intendesse valorizzare i suoi boschi attraverso questo strumento, tale strategia viene reinterpretata dalle imprese locali come un mezzo per escluderle dal mercato, sia perché non certificate, sia perché gli standard richiesti impongono una revisione della loro organizzazione e delle loro consuetudini. Trattandosi inoltre di boschi con legname a basso valore aggiunto nella catena di trasformazione (cedui quercini per la produzione prevalente ad uso energetico), con rilevanti costi di trasporto per accedere ad altri mercati al di fuori dei confini fisiografici, il mercato locale non ha alcuna spinta propositiva in questa direzione. Sono stati segnalati comunque casi in cui imprese locali sono riuscite ad accedere in circuiti di mercato virtuosi di legno certificato, tuttavia, preferiscono tutelare tale *know how* per non vedersi ridurre il loro mercato dall’ingresso di nuovi concorrenti.

5.4 Evidenze da alcuni acquirenti particolari: gli enti gestori di aree protette

Le posizioni espresse dagli interlocutori, riflettono l’esperienza acquisita in occasioni di appalti per la fornitura di manufatti in legno. Essendosi posti l’obiettivo di acquistare prodotti realizzati con legno proveniente da foreste certificate, si sono misurati con articolate problematiche socio-economiche, ambientali e politiche. Non esistendo in zona realtà che lavorassero il legno certificato, obbligatoriamente si sarebbero dovuti rivolgere a fornitori esterni. A fronte di questa ipotesi sono stati sollevati i seguenti ordini di problemi: a) l’esclusione delle imprese locali dalle commesse con conseguente mancato sostegno allo sviluppo dell’economia locale; b) il vantaggio ambientale associato all’acquisto del legname certificato vanificato dalle emissioni di anidride carbonica derivanti dal trasporto; c) il rafforzamento dell’idea che l’area protetta ha soprattutto un carattere vincolistico e non propulsivo per l’economia locale.

6. Conclusioni

In molte istituzioni l’attuale congiuntura economica e ambientale sta rafforzando l’idea che le future prospettive di crescita debbono ricercarsi nei sentieri *green*.

Da Rio de Janeiro vi è stata una esplosione di strategie verdi variamente denominate, tutte aventi come obiettivo fondante il superamento della *brown economy*.

La novità dei primi anni del XXI secolo è la *bio-economy*, che rispetto alle altre possiede un *background* teorico certamente più consolidato e articolato.

Il modello bio-economico adottato pone al centro il capitale naturale, la cui conservazione assicura la continuità delle funzioni e quindi la sicurezza degli approvvigionamenti. Quest’ultima problematica appare prioritaria nelle prospettive di affrontare le emergenze socio-economiche ambientali dei prossimi decenni.

La sintesi riduzionistica che sovente accompagna la *bio-economy*, assimilandola alla *biobased-economy* che invece si sofferma fondamentalmente sui volumi produttivi con matrice “bio-” (Masiero *et al.*, 2014), ignora la centralità del capitale naturale, attribuendogli capacità “taumaturgiche” per arrivare ad assicurare continuità e sicurezza delle produzioni. Questo non è l’obiettivo della *bioeconomy* quanto invece l’effetto allorché si convenga verso un sistema economico che abbia determinati requisiti e valori.

In quest’ottica la certificazione forestale è un utile strumento alla sua affermazione. Ad oltre 20 anni dal suo avvento, la superficie forestale certificata, tuttavia, è ancora insoddisfacente. I dati UNECE/FAO (2013) evidenziano come ancora occorrono alcuni decenni prima di giungere ad affermare che le foreste certificate tipicizzano il sistema forestale mondiale, mentre migliore è il quadro a livello europeo per il quale è possibile parlare della certificazione forestale come di una consolidata realtà. Ampi margini di miglioramento si hanno per accrescere il volume legnoso certificato nella catena di trasformazione. Il caso Italia è certamente più critico. La superficie forestale certificata è modesta, che può essere identificata come una realtà poco più che di nicchia, nonché è concentrata solamente in alcune aree. Da qui alcune necessità:

- che le istituzioni di governo adottino strategie più efficaci e convincenti per sostenere l’affermazione della certificazione forestale, nonché sostengano l’ampliamento della superficie certificata seguendo la strategia di: a) coinvolgere anche le Regioni che al momento sono completamente sprovviste di foreste certificate; b) in prima battuta valorizzare i bacini forestali con potenzialità di produzione di legname da opera;
- che gli schemi di certificazione accrescano la loro efficienza soprattutto nella prospettiva di promuovere lo sviluppo del sistema economico collegato alle foreste.

Coerentemente con i loro standard, sarebbe opportuno che le aziende pubbliche (proprietà demaniali) venissero ammesse solo alla certificazione forestale di gruppo, ricomprendendo così anche le realtà economiche collegate, mentre non dovrebbero avere la possibilità di accedere alla certificazione individuale. Preso atto della convinzione dell’Unione Europea verso l’affermazione della bioeconomia, data la necessità di creare un denominatore comune dei criteri di gestione delle foreste Europee, non vi è da sorprendere se in prospettiva si avvallesse degli schemi di certificazione della gestione sostenibile forestale quale standard di condizionalità per le foreste. Vi è già un precedente: le foreste interne alla Rete Ecologica Europea Natura 2000, se gestite coerentemente con i dettami degli standard di certificazione si superano le procedure amministrative preventive proprie di questi siti.

Ringraziamenti

Si ringrazia il Dott. Diego Florian, Direttore Forest Stewardship Council (FSC-Italia) per la preziosa collaborazione fornita ai fini della redazione del contributo.

Tabella 1. Superficie e tronchi commercializzati con certificazione forestale per le varie regioni continentali relativi all'anno 2013 (Fonte: n.s. elaborazioni su dati UNECE FAO, 2014).

Regioni continentali	Superficie forestale	Superficie forestale certificata		Volume stimato di tronchi prodotti da foreste certificate	
	Milioni di ettari	Ettari	%	m ³	%
Nord America	614,20	215,80	35,10	244,20	13,80
Europa Occidentale	168,10	100,20	59,60	236,10	13,30
Comunità Stati Indipendenti dell'ex Russia	836,90	53,40	6,40	10,20	0,60
Oceania	191,40	11,90	6,20	3,40	0,20
Africa	674,40	7,50	1,10	2,20	0,10
America Latina	955,60	15,70	1,60	1,20	0,10
Asia	592,50	12,50	2,10	4,00	0,20
Totale mondiale	4.033,10	417,00	10,30	501,40	28,30

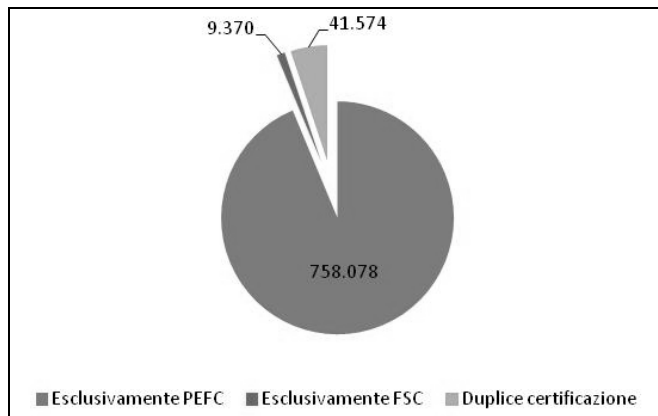


Figura 1. Superficie forestale certificata in Italia ripartita per schemi - Aggiornamento dati: fine 2014 (valori in ettari; fonte: ns. elaborazione su dati del FSC e PEFC).

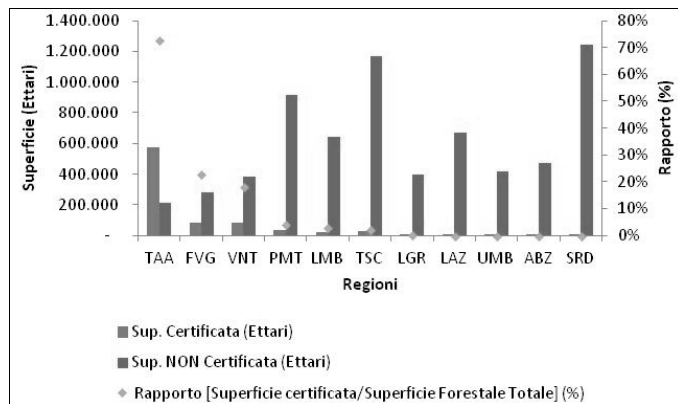


Figura 2. Superficie forestale certificata ripartita per Regioni - Aggiornamento dati: fine 2014 (fonte: ns elaborazioni su dati PEFC e FSC).

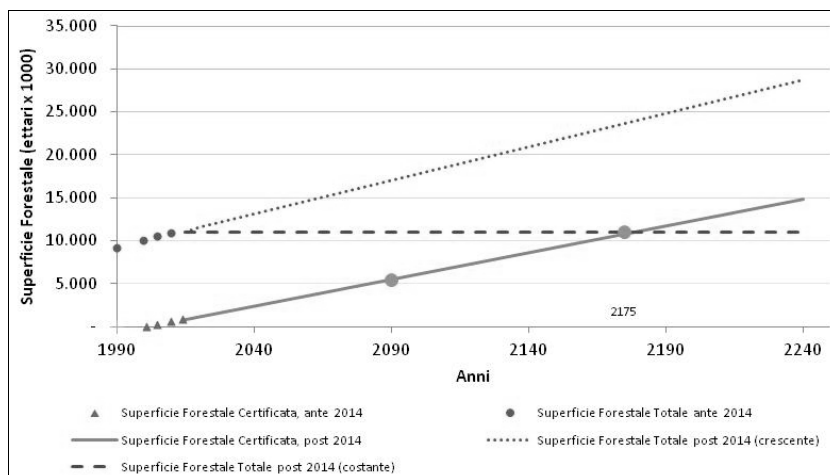


Figura 3. Le prospettive della certificazione forestale in Italia - Aggiornamento dati: fine 2014 (Fonte: ns. elaborazioni su dati del FSC e PEFC).

SUMMARY

Bioeconomic role of sustainable forest management certification schemes in Italy

Since some years international and national institutions are promoting a revision of the traditional economic model. The aim has been to move from quantitative towards qualitative goals, including environment quality and continuity and security of productions. The strategy adopted in the last decade has been named bioeconomy. Certification of sustainable forest management has been strongly supported by multilevel international forest systems. It is a tool able to contrast to the downward trend of the global forest area and to ensure the traceability of forest certified products on the market. From the bioeconomic point of view forest certification represents an added value, because it includes aims such as natural capital preservation, as well as ensuring the more active involvement of the consumer in the market. Results of the statistical data analysis relating to the forestry certification in Italy, as well as the questionnaires submitted to administrators and other interviews done to other subjects involved in the forest certification, have been presented in the study. An analysis of some critical points about how forest certification can be support of the bio-economy have been presented.

BIBLIOGRAFIA CITATA E DI RIFERIMENTO

- CE, 2011/c – *Tabella di marcia verso un'Europa efficiente nell'impiego delle risorse*. Commissione Europea. COM(2011) 571 definitivo. (<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0571:FIN:IT:PDF>).
- CE, 2012 – *L'innovazione per una crescita sostenibile: una bioeconomia per l'Europa*. COM(2012) 60 final Commissione Europea. Brussels.
- CE, 2013 – *Una nuova strategia forestale dell'Unione europea: per le foreste e il settore forestale*. Commissione Europea. COM(2013) 659 final. Brussels. (<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2013:0659:FIN:it:PDF>).
- Common M., 1988 – *Environmental and resources economics: an introduction*. Longman Group UK Limited.
- Corpo Forestale dello Stato, 2014 – *Confermata la crescita delle foreste italiane*. Download : <http://www.corpoforestale.it/flex/cm/pages/ServeBLob.php/L/IT/IDPagina/9263>
- DE, 2007 – *En route to the Knowledge based Bio-Economy*. German Presidency of the Council of the European Union. (download: http://www.bio-economy.net/reports/files/koln_paper.pdf).
- EU, 2005 – *The Knowledge-Based Bio-Economy. Transforming life sciences knowledge into new, sustainable, eco-efficient and competitive products*. Sixth Framework Programme. European Commission, Brussels. http://ec.europa.eu/research/conferences/2005/kbb/pdf/kbbe_conferencereport.pdf.
- EU, 2010 – *The Knowledge Based Economy in Europe: achievements and challenges*. Department of Economy, Science and Innovation. Brussels, Belgium. http://www.bioeconomy.net/reports/files/KBBE_2020_BE_presidency.pdf.
- EU, 2011/b – *A resource-efficient Europe – Flagship initiative under the Europe 2020 Strategy*. European Commission. COM(2011) 21. Brussels (download: http://ec.europa.eu/resource-efficient-europe/pdf/resource_efficient_europe_en.pdf).
- EU, 2012 – *Innovating for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe*. European Commission. COM(2012) 60 final. Brussels. http://ec.europa.eu/research/bioeconomy/pdf/201202_innovating_sustainable_growth.pdf.
- Georgescu-Roegen N., 1977a – *Bioeconomics: a new look at the nature of the economic activity*. In: *The political Economy of Food and Energy*. A cura di Junker L., University of Michigan, Ann Arbor (Mich.), pp: 105-134.
- Georgescu-Roegen N., 1977b – *The steady and ecological salvation: a thermodynamic analysis*. *Bio-science*, XXVII, 4: 266-270.
- Masiero M., Pettenella D., Secco L., 2014 – *Economia forestale tra mercati consolidati e nuove opportunità di valorizzazione delle risorse*. Convegno “Bio-economia e foreste per la sicurezza alimentare e ambientale”. Viterbo, 11 giugno, 2014.
- OECD, 2009 – *The bioeconomy to 2030: designing a Policy Agenda*. OECD International Futures Programme, Paris. <http://www.oecd.org/futures/long-termtechnologicalsocietalchallenges/42837897.pdf>
- Pearce D.W., Turner R.K., 1990 – *Economics of natural resources and the environment*. The Johns Hopkins University Press.
- Rametsteiner E., Simula M., 2003 – *Forest certification - an instrument to promote sustainable forest management?* *Journal of Environmental Management*, 67 (1): 87-98. [http://dx.doi.org/10.1016/S0301-4797\(02\)00191-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0301-4797(02)00191-3)
- Siry J.P., Cubbage F.W., Rukunuddin Ahmed M., 2005 – *Sustainable forestry management: global trends and opportunities*. *Forest Policy and Economics*, 7: 551-561. <http://dx.doi.org/10.1016/j.forpol.2003.09.003>
- UNECE/FAO, 2014 – *Forest Products annual review, 2012-2013*. Geneva Timber and Forest Study Paper, 33. Forestry and Timber Section, Geneva, Switzerland.

FORESTS AND NON WOODEN PRODUCTS IN ITALY

Fulvio Ducci¹, Paolo Cantiani¹, Andrea Cutini¹, Sandro Dettori²

¹Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, Centro di Ricerca per la Selvicoltura, Arezzo, Italy; fulvio.ducci@entecra.it

²Dipartimento di Scienze della Natura e del Territorio (DIPNET), Università di Sassari, Sassari, Italy

Forests feed with their products over 1 billion people in the world by supplying with water, carbohydrates, proteins, fats, vitamins, fuels, medicines and maintain the natural balance for rural systems. While the world's agricultural diversity is based on no more than 20-30 animal and plant species, the forest provides thousands of plant forms for those who live near it. These constitute a considerable economic resource to complement and enhance the quality of life and production of the rural and mountainous population. In particular, the Mediterranean forests are home to over 25,000 species of plants, a magnitude as compared to 6000 present in central and northern Europe. In addition, the services and goods offered by the forest to agriculture and food chain also consist in greater balance of agricultural ecosystems. Suffice is to recall the action of pollinators, agricultural use of wild and wild varieties resistant rootstocks, the action of predators for biological control of pests, control of microclimates, storage of water reserves, the effect of litter and the formation of humus, erosion control and so on. The descriptors and indicators introduced in European statistics and recently adopted by the Italian Institute for Statistics (ISTAT), have entered the statistical categories for non-timber forest products that put the country in line with the new features recognized forests. The EU rules and the globalization of international trade have opened new challenges and introduced new problems including the trade of products at low prices and uncontrolled from the point of view of plant health and greater competitive pressure on the markets. To overcome these problems only food quality and safety can be the winning for European producers, especially Italians, for whom the new markets of rich emerging economies and the significant growth of per capita income are creating new consumer groups.

Keywords: non-wood products, food from the forest, Italy, cork, forest fruits, truffles, mushrooms, game.

Parole chiave: prodotti non legnosi, alimenti dal bosco, Italia, sughero, frutti del bosco, tartufi, funghi, selvaggina.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-fd-for>

1. Introduction

The 178 million hectares of forests and other wooded land in European cover many different biogeographic regions and have adapted to a variety of natural conditions, ranging from bogs to steppes and from lowland to alpine forests. Over the past 20 years, forests have increased on average by 5% - approximately 0.3 % per year - although the rate varies substantially among countries. From the sociological and economical point of view, their distribution varies from industrial and post-industrial societies to societies where the rural component based on small family holdings is still high. State forests and large estates owned by companies, many as part of industrial wood supply chains are present everywhere. In this context, over the last half century, the perception of the forest and its use by the Italian public opinion as an energy source and withdrawal of services has been transformed. Indeed, while still high demand for wood, the wood is valued for other reasons such as biological conservation, the functionality of the biosphere, the use of leisure, cultural values. The evolution of the society has given a different

availability of products and widened the extension at international level the wood resources supply. On the other hand, urbanization has led to a greater awareness of the ecological role of the forest. These two aspects have helped to keep the public away from the understanding of the processes taking place in the woods and real interactions man's role in them. Those who live in the city are inevitably more informed and influenced in their opinions by the media, that the direct experience and are more easily influenced by clichés that simplify the reality and not interpret it correctly.

In Italy the forest is much more than a reserve of wood and has always been a primary source of valuable resources for the populations. Always collecting fruits, mushrooms, cork, chestnuts and pine nuts, hunting and meat game locally plays a not indifferent economic role. This role was far more pronounced in the past when the non-timber forest products were widely used in the everyday life of most of the population: the oak acorns to feed the animals and sometimes for making bread, beech seeds to extract oil, resin and oils from coniferous bark and tannins of various species for tanning leather, saponins and fibers from brooms, manna extracted from

ash trees for medicinal purposes and fruits of many species of trees and shrubs. The bush, was (in some regions still is) an important element in animal pets, and the collection of litter was carried out systematically in many forests. Hunting, which today is essentially a recreational activity, a time was a not occasional food integration for people. Forests feed today, with their products, more than 1 billion people in the world. They provide water, carbohydrates, proteins, fats, vitamins, fuels, medicines and help maintain the natural balance for rural systems. If the world's agricultural diversity traditional, on which the technological world, is based on no more than 20-30 animal and plant species, forests provides thousands of plant forms used and usable by those who live near it. In developed countries, the food production from the forests constitutes a considerable economic resource to complement and enhance the quality of life of rural populations and mountainous, particularly in the Mediterranean region whose forests are home to over 25,000 species of plants, a magnitude when compared the 6,000 ones growing in central and northern Europe. In this field, the services and goods offered from forests to agriculture and food chain also consist in the greater equilibrium of agricultural and not just for the direct use of products. The action of pollinators, the agricultural use of wild and wild varieties resistant rootstocks, the action of predators for biological control of pests, control of microclimates, storage of water reserves, the effect of litter and the formation of humus, erosion control and so on are widely diffused examples in the world. In this area the new descriptors and indicators¹ introduced by the IEEAF² (Integrated Environmental and Economic Accounting for Forests) system into the European statistics, then implemented by ISTAT (National Institute for Statistics), have included items related to non-timber forest products that put Italy in line with the new objectives for the new functions ascribed to forests from forest strategy European (<http://eurlex.europa.eu/legalcontent/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52013IR7115&from=EN>). The statistics thus bring out the importance of non-timber forest products (Tab. 1, ISTAT) more traditional such as cork, chestnuts pine nuts, mushrooms and acorns, all products that can check high prices on the market and well-usable and exploitable by industry supply chain.

2. The non-wood forest products

In the trade balance of our country (Tab. 2) non-wood products, including cork have considerable potential for expansion. You cannot distinguish well in the current national statistics the actual weight of the natural and spontaneous productions from the crops of forest fruits. The production chains for their implicit characteristics and structure do not facilitate this distinction. In many cases, in fact, the market does not follow official channels and the primary production often takes place

directly in the forest by collection, difficult to monitor. The Italian food sector has considerable figures that attest to the high potential in terms of absolute production and in relation to the supply of important induced food and confectionery, the most famous in the world for quality and variety.

2.1 Seeds, stones and fruits

Among them a good contribution is given by the Rosaceae, the Cupuliferae and Conifers, but we have to add the contribution, among various other species, by the hazel, the manna ash, walnut trees and we must remember the important contribution of bushes and herbaceous plants of the forest to the pharmacopoeia and the production of flavors for food. Each of these productions is or was concentrated in particular areas of production, suited to the climate or historical tradition (eg. Hazel nuts, manna, oregano). Europe produces about 620 000 tons of berries. Since 2000, the annual production of small fruit crops and or grown in our country is more than 3,000 tons of which 55% are covered with raspberries, 17% with blackberries, 13% with currants and gooseberries, and the rest from various fruits introduced. You must remember that it is not possible to distinguish direct deposits in the forest from crops. The ability to self-supply has almost halved in recent years, rising from 41% to 21% giving a major boost to the import. Italy is now in 5th place as an importer of small fruits after Germany, the Netherlands, Great Britain and Belgium. Imports from Eastern Europe and from Austria and Spain is made at prices difficult to apply for Italian companies.

2.2 Honey and derivatives

In the case of honey, 38 M € involved in the national trade, Italy is the 9th European producer, if bees are domesticated for over two thousand years old, it is important transhumance of hives in the woods, where the production of honey can have connotations of quality and special organoleptic traits determined by the forest species that provide pollen and nectar.

2.3 Chestnuts and dry seeds and fruits

Italy is the second largest European chestnut (*Castanea sativa*) producer for fresh products, dry and flour for the confectionery industry and livestock. Relatively walnut (*Juglans regia*), with 10,500 tons per year, is able to meet only 20% of domestic needs. Hazelnuts (*Corylus avellana*) are one of the main bases for the confectionery industry (second only to Turkey) and feeds to a value of 36 M €. The market for pine (*Pinus pinea* and *Pinus cembra*) fruit in shell affects over 208,000 tons per annum, 80% absorbed by the industry (ISMEA, 2013).

2.4 Other special productions

At local level, several specialized and high value productions can be noted. Three examples can be shown very rapidly. One can be observed traditionally near very old mountain Benedictine abbeys where seeds from silver fir (*Abies alba*) in Apennine forests are used for preparing spirits to restore pilgrims since the year 1000 a.C. and nowadays to be sold to tourists.

¹ Pan-European indicator 3.3: Value and quantity of marketed non-wood goods from forest and other wooded land.

² That IEEAF initiative started in the late 1990s and it is part of environmental satellite accounts to Eurostat.

A typical product diffused in the Alpine region is the “mugolio” production where needles and stone of *Pinus mugo* are used to distill oils and turpentine’s for medical purposes. This market has attracted attention abroad and PEFC (2006) is doing efforts to establish protocols and quality certification schemes.

Another important example of high value production owning a higher economic potential at local level is that of “manna”. Italy is the first world producer of manna with 3200kg/year. The manna production is concentrated in a spot area of the Madonie range in Sicily, in the lands around the villages of Pollina and Castelbuono, province of Palermo. Manna is a natural product, at high content of *Mannithol* harvested by the incision of the bark from two different species of Ash Tree, *Fraxinus ornus* and *Fraxinus angustifolia*. Mannithol is used as medicinal, food and in cosmetics. Although the high value of the product, in the last decades Manna Ash Tree cultivation has been going through a deep crisis, due to a lack of turnover among producers, to a supply which is inadequate to satisfy the demand of a market deeply oriented to quality production and, in the end, due to a lack of attention by public administration. Nevertheless, the cultivation of the Manna Ash Tree ought to be preserved for its social and cultural meaning and because of its environmental significance.

2.5 Mushrooms and truffles

Collecting mushrooms and truffles today assumes considerable importance in the economy of rural mountainous and hilly areas. It is a tradition dating back to the Romans use fresh truffles in the kitchen.

Making statistics of mushrooms and especially of truffles productions in Italy is very difficult, due to low traceability of products in the market. Indeed these products escape easily to any accounting effective, being among other things practically impossible any control action on the collection.

The available data may refer only to the few areas where the local stock market or are better organized. Even today, actual statistics based production on the number of licenses for the collection at the regional level. However, sources of error of the estimates are determined also by non-unique criteria for issuing licenses and by regional laws which do not indicate in a consistent manner standards on the amount of withdrawable product. As for the Italian production of truffles in Italy we have estimates at the regional level (Tab. 3). That can help you understand the dynamics between regions producing regions and regions with high user or ability to market the product. Italy is the 3rd producer, with a turnover of over 19 M €; anyway, the northern European countries and Americans started to consider only since a few years the gastronomy potential of truffles and this will lead, at least for some species, for a future market competition. In this framework, a policy of transformation of the product for export becomes strategic, in that Italy still lags behind Spain and France, who also are not producers of the “precious” white truffle. Most of the truffle market is supplied from forest plantations made with materials mycorrhized artificially. It is estimated that about half of the pro-

duction of black truffles gathered in Italy and France comes from truffle plantations (Zambonelli *et al.*, 2012), a practice adopted today also in other countries as U.S., New Zealand and Australia (Hall *et al.*, 2007).

The white truffle (*Tuber magnatum*) is the most valuable species and fortunately peculiar to our country. It is however difficult to achieve in truffle for the hard artificial mycorrhization (Mello *et al.*, 2001; Paolocci *et al.*, 2006). This is definitely an advantage for domestic production, which may qualify as the right ecological conditions (Zambonelli *et al.*, 2012). Studies are underway to evaluate the effect of silvicultural treatments on mycological production. Among these it is the LIFE Nature project “SelPiBioLife”³, coordinated by CRA SEL, which aims to assess the effects of new techniques in high forest thinning regimes on soil microclimate, and on biodiversity of edible mushrooms. Even in Italy, researches are addressed to develop silvicultural techniques targeted to the production of mushrooms and truffles (*mycological forestry*) in the Mediterranean, as it is happening in other countries, especially in Spain (Oria de Rueda *et al.*, 2008; Bonet *et al.*, 2012, 2014).

2.6 Wildlife

Forests are the habitat for different forms of wildlife. Large abundance of herbivore and of ungulates especially can become a major threat to the regeneration of forests and their stability (Cutini *et al.*, 2015).

At present time there are 20 ungulate species in Europe, with an estimated total number of 18 M of heads and a total biomass of 770.000 tons around (Apollonio *et al.*, 2010). Overall, wildlife contributed significantly to biodiversity and represented an important cultural, aesthetic social asset (hunting tradition included) with important economic revenues. For example, game meat production as alone was estimated over 121.000 tons in EU-27, corresponding to a total value of above 394 M €. In addition, pelts, hides, trophies and other animal products have an estimated value of 20 M € (UNECE-FAO, 2011).

A significant part of those revenues (around 150 M €) were produced in South-West Europe only. Recently, the game meat produced in Tuscany, estimated by means of the average culled heads, was valued around 25 M € Apollonio (pers. comm.). The large number of heads culled each year in Europe (around 5.2 M), besides their direct value, feeds an increasing important collateral economic segment like the hunting tourism, with additional and considerable revenues (Cutini *et al.*, 2015). On the other hand, increasing criticisms in damages to agricultural crops and forests due to the overall wildlife expansion and the ungulates populations increase especially are observed.

The forest area damaged by wildlife and grazing grew from 1 M ha in 1990 up to 2.4 M ha in 2005; at the same time the percentage of forest area with damage by wildlife and grazing grew from 1.1% up to 1.9% (UNECE-FAO, 2011). Data provided for the European region (without the Russian Federation) indicated that

³ <http://www.selpibio.eu/>

approximately 2% of the forests are facing damage by wildlife. In the EU-27 countries the corresponding proportion was slightly higher (2.2%). Albania (13%), Sweden (6.2%), and Italy (3.5%) faced the largest areal proportions affected by wildlife (UNECE-FAO, 2011). In addition, vehicle collisions with wildlife represent a new and relevant criticism (Cutini *et al.*, 2015).

Overall, the larger and larger ungulate damages to agricultural and forest crops makes the time of refunding over, due to the not enough money available at European and country level for compensations. The matter is crucial in many districts and regions. Proper solutions may issue from new and more integrated management schemes between forestry and wildlife management and by means of the definition of a common set of indicators useful in the monitoring of forest - fauna relationships in the medium-long time.

Doing that may be a decisive step towards the definition of appropriate protection measures and of sound management guidelines able to improve forests stability and production (game meat too). At the same time, it will be easier defining common schemes at European or country level for compensating damages to agricultural crops, forestry and vehicles collisions, whereas the present situation shows marked differences among the European countries (Cutini *et al.*, in press).

2.7 Herbs (aromatic, medicins, extracts...)

A particular area that has aspects similar to agricultural crops is that of “medicinal plants”, particularly important for the Mediterranean area. It considers medicinal, aromatic and perfume plant species. As required under the Law 99/31 governing the sector, the medicinal plants can be used for direct consumption or processed for the extraction of active ingredients such as: alkaloids, glycosides, gums, mucilage, bitter principles, tannins, organic acids, enzymes, vitamins, resins, balsams, gum and essential oils.

The “medicinal plant” or “officinale”, according to WHO, is a plant organism which substances can be used in therapy or as precursors of hemi-synthesis of drugs (WHO 1977 “Resolution -Promotion and Development of Training and Research in Traditional Medicine”, WHO document No: 30-49).

In recent years the industry has expanded as a result of changes in the EU Common Agricultural Policy and the elimination of public networks of price protection. It has also increased the need to diversify production to reduce the risk of income by increasing the sector.

A considerable boost also came from an increased demand for products related to health and wellness.

Alongside these outside forest productions the direct collection in forest is very important. It drawn by traditional pharmaceutical companies, those intended producing homeopathic and herbal remedies.

To get an idea, in Italy in 2010 the manufacturers of “aromatic, medicinal and seasoning” were 2,938, for a total area of over 7,200 hectares. Our country therefore covers approximately 3% of the total area of the European producers. Among the most exported products we include:

- medicinal plants used primarily in perfumery, medicine or insecticides and pesticides; in 2011, they were exported 2,700 tons with revenue for about 16 M €, corresponding to approximately 4% of total collections of Italy;

- tanning extracts of vegetable origin and tannins, among them being the voice extracts sumac, valonea, oak or chestnut; of the latter, in 2011, they were exported 5,500 tons with revenue to around 14 M €, corresponding to 3% of total collections of Italy.

Finally, data on Italy’s foreign trade of medicinal plants and derived products (finished or unfinished) showed a deficit in the trade balance in 2011 amounted to about 600 M €, that may indicate the potential expansion for domestic producers.

2.8 Cork

The main areas of diffusion of the cork oak (*Quercus suber* L.) are Portugal, Spain, Sardinia, Sicily, the Maremma (province of Grosseto), Corsica, southern France and North Africa, all located in the western Mediterranean. Currently over about 36,000 km² of Mediterranean cork, are economically exploited approximately 20,000 km² of which are harvested about 300,000 tons of cork a year. Of these, about 17,000 tons in Italy.

The Italian cork industry is concentrated in Sardinia in an area of about 210,000 hectares, which produce about 12,000 tons annually. About 250 companies (including industries and handicraft businesses) are involved in the cork primary production; they are mostly located within the so-called “District of cork” near Calangianus, where about 70% of the entire cork in Italy becomes worked.

The number of workers in the industry is about 6,000 employees, including direct, induced and seasonal ones. More than 104 companies were active in Italy in 2009 in the cork system. The cork production in Italy is mainly used for the production of caps, with annually about 1.5 billion pieces and represents about 60/70% of the entire sector. However, this production is in great suffering. Winemakers have trouble finding the best cork at affordable rates and many have begun to resort to plastic caps. With the use of poor cork, you risk ruining the quality of the product giving the wine “cork taint”. In most commercial wines, not Doc, plastic is now widely used. It therefore seeks to give impetus to alternative uses for cork. Currently the production not intended for caps is so divided: 16% in the bio-construction for insulation panels and furniture, 9% in the footwear industry and 3% in crafts.

3. Challenges and opportunities, considerations and conclusions

EU rules and globalization with the liberalization of international trade have opened new challenges and introduced many problems, but also open the door to many opportunities. Europe, but especially Italy with its weaknesses market faces competition from products not controlled by the new free trade areas, increased competitive pressure in the markets, and a huge availability

of cheap goods from countries in developing and emerging.

To overcome these problems only food quality and health safety can be the winning for European producers, especially Italians, for whom the new markets of rich emerging economies and the significant growth of per capita income are creating new consumer groups. You must however pay attention also to the new challenges imposed by the effects of climate change interacting with the globalization of transport and markets, are favoring the settlement in southern regions of Europe, of pathogenic organisms of plants producing important food. We have to remember the case of chestnut, which partially overcame the problems caused by canker must and now contend with the gall wasp (*Dryocosmus kuriphilus* Yatsumatsu⁴), the pine with the arrival of the so-called Western conifer cones bug (*Leptoglossus occidentalis* Heidemann, Agostini *et al.*, 2004) and other examples. Where yet do not appear phenomena of pathological order, the state of latent stress is evident, however, for various species.

The Sardinian cork, shows clear signs of stress. As above mentioned, both the globalization of transport and economies that the effects of climate change, are causing a major impact on ecosystems and forest species in general but especially on genetic resources of material economic interest that because subject to some level of selection over the centuries are more vulnerable, due to less variability, the attacks of new diseases.

The consequences of this we see in recent years in relation to agricultural production typical of the area (eg. the olive tree) is of characteristic examples of our world forest and mountain as chestnut and pine.

For the first time in our history from 2013 on our tables there are more chestnuts foreign homegrown. And 'what emerges from a Coldiretti analysis that highlights the serious decline of the foodstuff Giovanni Pascoli called "italics bread tree".

The unfavorable weather but especially the attacks caused by the "wasp gall of the chestnut" arrived from China, have caused the collapse of the domestic production to below 18 million pounds, with cuts of 70-80 percent compared to the previous years' infestation. Imports increased by 25-30 percent in 2013 and 2014 after which in 2012 had almost doubled from the previous year and almost tripled compared to 2010. Italians have today more than 50 percent probability of use unwittingly chestnuts foreign mainly from Spain, Portugal, Turkey and Slovenia. A blow to a product that in 1911 he had even reached a record production of 829 million pounds. The pine nut has a very important role for the confectionery market and sticking, shelled, high prices on the retail market. The formations of *P. pinea* occupy in our country about 20,000 hectares and up to the 1980 allowed a national annual production of about 3000-6000 tons of shelled pine nuts, half coming from Tuscany coasts. That covered a value of retail 36,000 000 € (70-80 €/Kg), approximately 75,000-150,000 tons/year

of pine cones. The stone pine harvesting and extraction was employing no less than 400 units. Production of pine nuts would be necessary to add the income derived from the sale of domestic waste processing of pine cones, production completely absorbed by the market.

In recent years, domestic production has seriously damaged by two major factors: competition from overseas productions launched in South America and in California, and that of other Mediterranean countries, which have made specialized plantations. While in Italy he continued to collect cones, at high cost, from coastal forests now overripe and renewed only partially, thereby losing competitiveness on the technical and market organization. To all this must be added the destruction of the cones made by the pest that has finally ditched the production.

Even productions of value and niche like the manna ash, could in the future be severely damaged. Is spreading in Europe in fact a bacterial disease of ash caused by *Pseudomonas savastanoi* pv. *fraxini* and others.

Besides these problems of biological and ecological order, domestic market must therefore have to deal with other related to economic globalization that raises various questions about the appropriateness of our system to the new challenges.

This globalization has resulted in a strong liberalization of international trade, often entertained with countries that do not respect international rules, nor its financial and legislative, nor concerning rules on the control plant pathology and the identity of the materials marketed. This situation has led to a greater competitive pressure on the markets by increasing the availability of lower-priced products from countries in the developing and emerging Europe and beyond, which obviously have lower labor costs and production in general.

Add to this the expansion of the European Economic Community with the enlargement of the EU borders and the consequent internal liberalization.

Other threats to our productive sector are identified in price volatility, and lack of aggregation of supply, which can best be analyzed by economists. However, the increase in world demand, the possibility of applying supply chain contracts, the development of new products and the possibility of carrying out the transformation directly to the production systems along with food certification of origin and the cutting edge may increase the sector's potential in a country like Italy.

We're certainly not the first to point out, but it is clear that the only way to safeguard our mountain and rural economy is developing containment and adaptation strategies to the effects of the climate, to improve the control in terms of certification of origin and of the health status in international trade products and to operate, mainly in Italy, to ensure quality and food safety by reorganizing an industry that however small compared to the overall economy of the country, however, has a role in local economies.

⁴ Per maggiori informazioni visitare il link del MiPAAF, <https://www.politicheagricole.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/6061>.

Table 1. Time series (ISTAT) concerning wood and non-wood production in the decade 1999-2010.

SerieStoriche | L'archivio della statistica italiana												Istat	
Tavola 13.17 segue - Utilizzazioni legnose e non legnose dei boschi - Anni 1934-2010 (a) (in migliaia di quintali salvo diversa indicazione)													
ANNI	Utilizzazioni legnose					Utilizzazioni non legnose (b)							
	Legname da lavoro (migliaia di m ³)			Combustibili		Sughero		Castagne	Pinoi	Funghi	Ghiande		
	Resinose	Latifoglie	Totale	Legna da ardere e	Carbone e carbonella	Sughero gentile	Sugherone						
1999	1.023	2.083	3.106	42.330	294	96,9	38,3	522	48,6	19,0	28,6		
2000	1.077	1.905	2.982	38.828	....	97,8	46,6	632	33,4	11,2	27,3	
2001	1.040	1.467	2.507	37.092	....	59,0	31,3	569	30,4	8,7	22,8	
2002	1.081	1.489	2.570	34.992	....	90,1	21,1	551	34,2	21,1	35,1	
2003	1.263	1.420	2.683	40.004	....	61,2	15,9	486	24,4	4,4	27,1	
2004	1.028	1.360	2.388	43.530	....	57,2	11,3	662	18,3	10,9	39,2	
2005	1.171	1.315	2.486	40.970	....	52,0	9,6	575	12,7	34,7	31,5	
2006	1.367	1.120	2.487	40.076	....	93,2	11,8	526	9,7	33,1	34,5	
2007	1.380	1.121	2.501	39.294	....	72,3	16,2	447	5,6	15,6	16,6	
2008	1.340	1.321	2.661	41.130	....	63,7	15,8	336	3,8	10,1	5,8	
2009	1.355	1.213	2.568	38.629	....	20,9	9,8	438	1,4	13,8	6,9	
2010	1.381	1.137	2.518	37.820	....	67,3	16,6	513	6,3	13,3	4,1	

Fonte: Istat, Indagine sulle superfici tagliate e sui prelievi legnosi e non legnosi
(a) Il materiale statistico antecedente al 1934 e relativo alle produzioni forestali legnose e non legnose non consente la ricostruzione di serie storiche coerenti con i dati disponibili per gli anni successivi.
(b) Compresi i prodotti forestali non legnosi provenienti da piante forestali non in formazione boschiva.

"... not cultivated but produced spontaneously from the forests for their own consumption or sale on the market".

Table 2. Commercial trade show (in millions of euro) the potential of the international market for the areas covered in this article in relations to the products of forestry (reworked after ISTAT 2014).

Economy classes	Export			Import			Total	
	2011	2012 (a)	var.% 2012/2011	2011	2012 (a)	var.% 2012/2011	2011	2012 (a)
Products from Silviculture	106	106		420	345	-17.8	311	-239
Non wood plant products	86	83	-3.7	53	50	-5.4	33	33
cork and other non wood products	1443	1507	4.4	3413	2984	-12.6	1970	-1477

Table 3. Amount and values of truffle productions in several Italian Regions (Marone, 2011, modified after Pettenella *et al.*, 2004).

Regione	Quantità (q)	Valore (mil. €)	Prezzo (€/hg)
Piemonte	23	1,65	71,74
Emilia Romagna	60	1,81	30,17
Toscana	52	1,39	26,73
Umbria	264	7,7	29,17
Marche	106	3,2	30,19
Lazio	64	0,72	11,25
Abruzzo	180	1,6	8,89
Molise	63	0,57	9,05
Altre regioni	53	0,21	3,96
Totale	865	18,85	21,79

Table 4. Exports of mushrooms and truffles, prepared or conserved 2013.
 Source: International Trade Centre (<http://www.trademap.org/>) (Euro x 1000).

			Germania	3250
<i>Italia</i>	<i>mondo</i>	21660	Francia	3201
			Svizzera	1770
			Germania	11900
<i>Francia</i>	<i>mondo</i>	38762	US	7777
			Belgio	5096
			Francia	3250
<i>Spegna</i>	<i>mondo</i>	64114	Portogallo	3201
			Italia	1770

RIASSUNTO

Foreste e prodotti non legnosi in Italia

Le foreste nutrono con i loro prodotti oltre 1 miliardo di persone nel mondo contribuendo con acqua, carboidrati, proteine, grassi vitamine, combustibili, medicinali e a mantenere gli equilibri naturali per i sistemi rurali. Mentre la diversità agricola mondiale tradizionale si basa su non più di 20 - 30 specie animali e vegetali, la foresta mette a disposizione migliaia di forme vegetali per chi vive vicino ad essa. Queste costituiscono una risorsa economica non indifferente per integrare e migliorare la qualità della vita e le produzioni delle popolazioni rurali e montane. In particolare, le foreste Mediterranee ospitano oltre 25000 specie di piante, un'enormità se confrontate alle 6000 presenti in Europa centrale e settentrionale. Inoltre, i servizi e beni offerti dalla foresta all'agricoltura e alla filiera alimentare consistono anche nel maggior equilibrio degli ecosistemi agricoli. Basti ricordare l'azione di impollinatori, l'impiego in agricoltura di portainnesti selvatici e varietà selvatiche resistenti, l'azione dei predatori di parassiti per la lotta biologica, il controllo dei microclimi, lo stoccaggio di riserve idriche, l'effetto della lettiera ed la formazione dell'humus, il controllo dell'erosione ecc. I descrittori ed indicatori introdotti nelle statistiche Europee e recentemente adottati dall'Istat, hanno inserito voci statistiche relative ai prodotti forestali non legnosi che mettono in linea il nostro paese con le nuove funzioni riconosciute alle foreste.

Le regole UE e la globalizzazione degli scambi internazionali hanno aperto nuove sfide e introdotto nuovi problemi tra cui il commercio di prodotti a basso prezzo e non controllati dal punto di vista fitosanitario ed una maggiore pressione competitiva sui mercati. Per ovviare a questi problemi solo qualità e sicurezza alimentare possono essere le armi vincenti per i produttori europei, soprattutto italiani, per i quali i nuovi mercati delle ricche economie emergenti e la sensibile crescita del reddito pro-capite stanno creando nuove fasce di consumatori.

BIBLIOGRAPHY

- Agostini A., Osti F., Valentini S., 2004 – *Il "cimicione americano delle conifere", una nuova minaccia per la silvicoltura?* Dendronatura, 1: 31-35.
- Apollonio M., Andersen R., Putman R., 2010 – *European ungulates and their management in the 21st century*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Bonet J.A., González-Olabarria J.R., Martínez De Aragón J., 2014 – *Mushroom production as an alternative for rural development in a forested mountainous area*. Journal of Mountain Science, 11 (2): 535-543.
<http://dx.doi.org/10.1007/s11629-013-2877-0>
- Bonet J.A., de-Miguel S., Martínez de Aragón J., Pukkala T., Palahí M., 2012 – *Immediate effect of thinning on the yield of Lactarius group deliciosus in Pinus pinaster forests in Northeastern Spain*. Forest Ecology and Management, 265: 211-217.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2011.10.039>
- Cutini A., Chianucci F., Apollonio M., 2015 – *Wild ungulates and forests in Europe: insights from long term studies in Central Italy*. In: Proceedings of II International Congress of Silviculture, Florence (Italy), 26-29 november 2014 (in press).
- IEEAF, 2002 – *The European Framework for Integrated Environmental and Economic Accounting for Forests*. Catalogue number of original printed publication: CA-27-99-241-EN-C, © European Communities, 2002, pp. 102.
- ISTAT, 2014 – *Annuario Statistico Italiano 2014*. ISBN 978-88-458-1817-2 (elettronico), ISBN 978-88-458-1818-9 (stampa).
- ISTAT, 2010 – *Tavola 13.17. Utilizzazioni legnose e non legnose dei boschi - Anni 1934-2010*.
http://search.istat.it/search?q=Prodotti+forestali+non+legnosi&output=xml_no_dtd&client=istat_fe&proxystylesheet=istat_fe&sort=date%253AD%253AL%253Ad1&oe=UTF-8&ie=UTF-8&ud=1&site=istat_it&ulang=it&entqrm=0&entsp=a__istat_policy&excluede_apps=1&submit.x=0&submit.y=0
- Peano C., Bounous G., 2006 – *Il mercato ne chiede di più*. Il Divulgatore n. 11/2006 Piccoli frutti, pp. 7-13
<http://www.ildivulgatore.it/pdf/2006/11-art1.pdf>

- PEFC – Italia, 2006 – *Sul mercato il mugolio certificato PEFC*. Newsletter, 7 Febbraio 2006, pp. 4.
- Hall I., Brown G., Zambonelli A., 2007 – *Taming the Truffle. The History, Lore and Science of the ultimate Mushroom*. Timber Press, Portland.
- LIFE13 BIO IT 000282 SelPiBioLife. <http://www.selpibio.eu>
- Marone E., 2011 – *La filiera del tartufo e la sua valorizzazione in Toscana e Abruzzo*. Firenze University Press., pp. 256.
- Mello A., Fontana A., Meotto F., Comandini O., Bonfante P., 2001 – *Molecular and morphological characterization of Tuber magnatum mycorrhizas in a long-term survey*. Microbiological Research, 155: 279-284. [http://dx.doi.org/10.1016/S0944-5013\(01\)80005-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0944-5013(01)80005-7)
- MiPAAF, 2013 – *Piano di settore delle Piante officinali 2013-2016*. Roma, Italia, pp. 66. <http://www.ilpuncocoldiretti.it/Documents/Bozza%20Piano%20Settore%20officinali.pdf>
- Oria de Rueda J., de la Parra B., Olaizola J., Martin P., de Azagra A.M., Alvarez A., 2012 – *Selvicoltura micologica*. In: Compendio de Selvicoltura Aplicada in Espana. INIA. pp. 833-860.
- Paolocci F., Rubini A., Riccioni C., Arcioni S., 2006 – *Reevaluation of the life cycle of Tuber magnatum*. Applied and Environmental Microbiology, 72: 2390-2393. <http://dx.doi.org/10.1128/AEM.72.4.2390-2393.2006>
- Pettenella D., Klohn S., Brun F., Carbone F., Venzi L., Cesaro L., Ciccicarese L., 2004 – *Economic integration of urban consumer's demand and rural forestry production*. COST Action E30. Trade Centre. <http://www.trademap.org>
- Zambonelli A., Perini C., Pacioni G., 2012 – *Progetto MAGNATUM*. CILS, pp. 96.
- UNECE-FAO, 2011 – *State of Europe's Forests 2011. Status and Trends in Sustainable Forest Management in Europe*. pp. 337.

TREE FARMING, AGROFORESTRY AND THE NEW GREEN REVOLUTION. A NECESSARY ALLIANCE

Gianni Facciotto¹, Gianfranco Minotta², Pierluigi Paris³, Francesco Pelleri⁴

¹Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, Unità di ricerca per la produzione legnosa fuori foresta CRA-PLF, Casale Monferrato (AL)

²Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari, Università di Torino, Grugliasco (TO); gianfranco.minotta@unito.it

³Istituto di Biologia Agroambientale e Forestale, CNR, Porano (TR)

⁴Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, Centro di ricerca per la selvicoltura CRA-SEL, Arezzo

In Italy, as in the rest of Europe, tree farming and agroforestry systems can contribute significantly to domestic wood production, for industrial usage and energy conversion, combining productive activities with ecosystem services. This has been demonstrated in the last few years by many research studies carried out at national and international levels. Trees outside forest can have positive effects on adjacent cropping areas in terms of biodiversity, landscape, carbon cycle and soil protection, in full agreement with the latest guidelines on the EU's "greening" of the new Common Agricultural Policy (CAP). The uncertainty of the international wood market has led to a dramatic crisis of private investments on traditional plantation forestry for timber production, although poplar plantations are still intensively managed and constantly innovated throughout research activity. Alternative solutions rely on flexible cultural models, able to quickly adapt to wood market uncertainty, throughout the implementation of cropping systems providing various sized and quality wood assortments for energy and round wood at different time steps. This can be achieved by applying: i) polycyclic arboriculture, i.e. combining tree species with different rotation lengths; ii) Short Rotation plantations with 2-3 and 5-6 yr. rotation coppicing cycle, producing assortments for multiple industrial uses; iii) new agroforestry systems with a modern complementarity between trees outside forest and agricultural activities, balancing food and wood security with environmental preservation. These opportunities offered by the new cultural models need a more coordinated political and industrial organization of the domestic wood sector.

Keywords: tree farming, agroforestry, food security, marginal lands, wood market, greening, CAP.

Parole chiave: arboricoltura da legno, sistemi agroforestali, sicurezza alimentare, terreni marginali, mercato del legno, greening, PAC.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-gf-tre>

1. Introduction

The primary sector is undergoing a profound reorganization in order to address the social, economic and ethical issues emerging at a global scale. Terms such as "New Green Revolution" and "Bioeconomy" indicate the urgent need to adopt innovative approaches to the agricultural and forestry sectors in order to increase the production of raw materials for food, energy and other industrial purposes. In addition, various ecological services need to be guaranteed through the sustainable use of natural resources. Both tree farming and agroforestry systems can contribute significantly to the increasing importance of wood as a renewable raw material and the variety and multi-functionality of the applicable crop models. According to the latest FAO data (FAO, 2010), the world's forest plantations amount to about 264 M ha, with a rate of new plantations of 4.3 Mha y⁻¹ from 1990 to 2010 and an expected area of 300

Mha in 2020. Representing only 5% of the global forest area, in 2000 these plantations provided about 35% of the total round wood produced in the world (FAO, 2001). In Italy, wood production outside the forest mainly includes the following crop models: a) poplar plantations for peeler logs (traditional poplar plantations); b) energy plantations with poplar and other fast-growing tree species (short-rotation-coppices, SRC); c) valuable hardwood plantations for veneer logs; d) agroforestry systems. Innovative solutions provide a combination of two or more of the above-mentioned crop models resulting in mixed plantations with multi-layered structures, as well as a great potential in terms of both wood production and environmental advantages.

2. Traditional poplar plantations

In Italy the area of traditional poplar cultivation based on ten-year cycles, for the production of the plywood,

is continuing to decrease. Currently it has reached its historical minimum: 69,500 ha (FAO, 2012), of which only 39,000 ha is on farm land (General Census Agriculture, 2010). The industrial wood annually obtainable from poplar stands accounted on average for 1.1 million m³ from 2000 to 2010, and only 800,000 m³ in 2010 (ISTAT, 2012), while the total domestic requirement is over 2 million m³ per year. This deficit in domestic production is covered by massive imports of round wood from other European countries and particularly from Eastern Europe (FAO, 2012).

There are several reasons for the above situation including: a) an internal closed market controlled by a few buyers that maintain a low price of poplar wood (40-52 € per m³ in stand); b) the choice of only one clone, the "I-214", as the preferred raw material for the industry and a consequent lack of market for the wood from other more productive poplar clones that are resistant to pest and diseases; c) a lack of awareness in terms of the environmental role of poplar.

Another negative aspect concerns the many environment-oriented laws and regulations that have banned poplar cultivation from lands that are the most appropriate for poplar growing, such as floodplains and river beds: particularly: ZPS - Special Protection Zone, SIC - Site of Community Importance and Parks.

As a consequence there has been a gradual reduction in the number of operators in the poplar sector (Nervo *et al.*, 2011). Furthermore in recent years, farmers have increased the distance between poplar plants, reaching a density of around 280 plants per hectare instead of the 300-330 previously used. The greater surface available per plant produces trunks of a higher quality and leads to greater flexibility in the length of the cycle.

Recently, two forest certification standard schemes for traditional poplar stands have been implemented: the Forest Stewardship Certification (FSC, www.fsc.org) and the Programme for the Endorsement of Forest Certification (PEFC, www.pefc.org), both based on internationally-recognized requirements. Sustainable poplar plantation management consists mainly of a management plan and the implementation of an environmental monitoring system i.e. clonal diversification, measures to mitigate negative impacts of chemical applications (pests and disease control, nutrient supply), safe harvesting methods, water-course protection, and irrigation water management and control.

All this has resulted in a reduction in cultivation practices and costs without affecting the quality of the wood (Vietto *et al.*, 2011). These certification systems involve an evaluation of individual companies (each forest company is inspected by a certifier on at least an annual basis). However in order to provide cost-effective certifications to private smallholders, group certification has also been developed (Coaloe and Vietto, 2008). At the end of 2012, a total of 4,393 hectares had been certified through certification groups of smallholders, in Piedmont, Friuli Venezia Giulia and Lombardy, on about 140 farms: 3,578 ha were certified with the PEFC scheme, the remaining 815 ha with the FSC scheme (Coaloe, 2014). Certification can help to

improve the social perception of poplar cultivation, as well its environmental role.

In order to reduce the environmental impact of poplar cultivation, CRA-PLF have performed extensive studies and research to select clones that are resistant to the main biotic adversities and to improve cultivation techniques, thus reducing the need for treatment with pesticides and chemical fertilizers. The new poplar clones, recently placed on the market, are characterized by fast growth, high wood production as well as adaptability to different environments and soil conditions, resistance to diseases, and wood quality (Vietto *et al.*, 2012; Faccioto *et al.*, 2014).

As regards cultivation techniques, the amount of nitrogen recommended by CRA-PLF and distributed into poplar stands is totally absorbed by trees. On the other hand, the abundant fertilizers applied to other crops, particularly nitrogen, remains unused and, leached throughout the soil, thus polluting the water table. Poplar stands have a lower environmental impact than food crops in terms of phytosanitary treatment, particularly compared with fruit orchards. The lower impact has been confirmed by surveys with bioindicators (*Carabidae* and soil *Arthropoda*), thus demonstrating that poplar stands are more similar to natural forests than to crops (Chiarabaglio *et al.*, 2014a). The absorption of GHG in poplar stands is quite high. In an average year of rotation length, it ranges from 13 t CO₂ ha⁻¹yr⁻¹ of stand grown with a low input to 19 t CO₂ ha⁻¹yr⁻¹ of stand grown with a high input (Seufert, 2010).

Poplar cultivation is likely to undergo a differentiation process towards a number of different cultural models, each specific to a group of products or environmental services (e.g. phytoremediation, especially in combination with SRF, and landscape restoration). The features of the main models are shown in Table 1. In the short term, the demand for poplar wood by new OSB panels, packaging, paper and energy industries is likely to increase. This demand will no longer be satisfied by the by-products of traditional poplar cultivation alone, therefore dedicated cultivations will become necessary.

Various high density plantation models, such as short rotation coppice, have been adopted in order to meet the new requirements of the above mentioned specific sectors. The growing demand for lignocellulosic feedstock for the production of second-generation biofuels can be met with the strong expansion of the areas planted with the new cultivation models (Coaloe and Faccioto, 2014). The production of second generation bioethanol, which was recently started in Crescentino (Piedmont, Italy) is particularly interesting. LCA modeling indicated that E100 (100% bioethanol) and E85 (85% bioethanol, 15% petrol) fuels derived from poplar from various locations in the EU have a 10% to 90% lower environmental impact than petrol in terms of global warming, abiotic depletion, ozone depletion and photochemical oxidation depending on the exact poplar supply chain and conversion technology models (Guo *et al.*, 2014). The development of crops for biomass production is relatively recent, and was first encouraged by government incentives for the conversion of agri-

cultural land to energy crops, in line with the National Action Plan for Renewable Energy in Italy.

This plan adopts the Renewable Energy Directive, and sets a target for the production of 4 Mt of dry matter (d.m.) per year by 2015 and 10 Mt by 2020 (Coalao and Facciotto, 2014). Currently, however, the area dedicated to SRC is limited to about 10 000 ha, of which 7000 ha is with poplar. Several new poplar varieties such as 'Orion', 'Imola', 'Baldo' (selected by CRA-PLF) and 'Monviso', 'AF2', 'Sirio', 'Pegaso', 'AF8' and others (selected by a private company, Alasia Franco), characterized by a good growth rate, disease and pest tolerance and better sprouting after repeated coppicing, have led to an increase in biomass production, thus reducing the economic and energetic costs.

Site characteristics (soil fertility, climatic conditions) and water availability (precipitation and irrigation) are the main limiting factors to productivity (Bergante *et al.*, 2010). The clones/provenances used in SRC trials have shown yields of up to 25 td.m. ha⁻¹year⁻¹. The yields in commercial plantations, where fertilization and irrigation are rarely applied by farmers, are lower (average ranging from 6 to 12 td.m. ha⁻¹year⁻¹) (Paris *et al.*, 2010; Facciotto *et al.*, 2009). The coppice cycle in the "very high planting density" trials is generally short (2-3 years). The wood biomass produced is of a low quality owing to a high bark percentage (15-20%), and is mostly used as chips for bio-energy power plants or for co-firing in thermo-electric plants and incinerators. In the case of "high planting density", the cycle is longer (5-6 years) and usually the yields obtained are within the range of 8 to 20 td.m. ha⁻¹year⁻¹. In this case, the raw material is of a good quality, with a lower bark percentage, and is best used for pellet production or other industrial uses, such as pulp for paper or packaging.

3. Short-rotation-coppices (SRC)

Short rotation coppices are a crop model especially developed for the production of energy wood. These crops have an energy balance generally favourable (NjakouDjomo *et al.*, 2015), and higher than traditional agricultural crops. In Europe SRC plantations cover an estimated area of 50,000-70,000 ha (Weitz, 2014), with about 12,000 in Sweden and 10,000 in Italy and Hungary, respectively. The species most frequently used are poplars and willows, followed by black locust (*Robinia pseudoacacia*) and eucalypts (*Eucalyptus* spp.) in Mediterranean areas. The development of these cropping systems is linked to the expected expansion in the share of energy from renewable sources. In the EU this share is expected to increase from 14% to 20% from 2010 to 2020, up to 27% in 2030 (Mantau *et al.*, 2010). According to Mantau *et al.*, in 2030 about 26 Mha of SRC plantations would be required to compensate for the deficit of energy-wood in the European Union.

Much research conducted in Italy and abroad has shown that the yield achievable with these crops varies with site conditions, growing techniques, and planting

materials (NjakouDjomo *et al.*, 2015, Di Matteo *et al.*, 2012; Paris *et al.*, 2011; Bergante, 2010; Bergante *et al.*, 2010). In the Po valley, poplar and willow SRC plantations established in medium/high fertility arable soils with selected clones planted at a density of 5900 trees ha⁻¹, have shown yields frequently exceeding 10 t ha⁻¹ y⁻¹d.m. up to 22-24 t ha⁻¹y⁻¹d.m. with a two-year rotation cycle (Paris *et al.*, 2011). Yields around 10 t ha⁻¹y⁻¹d.m. have also been recorded in central Italy using poplar clones selected for biomass, with biennial or triennial rotation cycles and a planting density of 7140 trees ha⁻¹ (Di Matteo *et al.*, 2012). In addition black locust SRC plantations established in the Po valley have shown productivities of about 8-12 t ha⁻¹y⁻¹d.m. with a two-year rotation cycle (Bergante, 2010). Parallel research carried out in northern and central Italy has shown that SRC productivity depends mainly on the water availability expressed by annual or seasonal rainfall (Bergante *et al.*, 2010). This suggests the likely effect of the undergoing climate change on the land suitability for these woody crops.

Poplar, willow and black locust SRC plantations, established with low planting densities of 1500-2000 trees ha⁻¹ and a 5-7 year rotation cycle, are also under experimentation in the Po valley (Bergante, 2010) (Fig. 1). The aim of low density SRC is to achieve a great flexibility in the resulting assortments, producing energy-wood as well as small-sized logs for the packaging industry. Much research has clearly demonstrated that SRCs can also perform many ecological services when replacing traditional food crops. Increases in the storage of soil carbon (Garten, 2002; Bowman and Turnbull, 1997) and in animal biodiversity (Fry and Slater, 2009; Britt *et al.*, 2007; Augustson *et al.*, 2006; DTI, 2006; Burger *et al.*, 2005) have been frequently emphasized. SRC woody crops are explicitly provided for in the new Common Agricultural Policy 2014-2020 as part of Ecological Focus Areas (EFAs). Poplar and willow SRC also have potential for removing heavy metals or other toxic substances from contaminated soils (Bianconi *et al.*, 2011; Baum *et al.*, 2009; Lewandowski *et al.*, 2006; Berndes *et al.*, 2004).

SRC plantations remove a relatively low amount of soil nutrients (Jug *et al.*, 1999). However to promote the expansion of SRC crops in marginal areas, where competition with traditional food crops is low, the selection of species/genotypes with a high nutrient efficiency is mandatory. Italian alder (*Alnus cordata* L.), a fast growing, nitrogen fixing tree, endemic to restricted areas of the north Mediterranean Basin (southern Italy and Corsica island), has interesting potentialities for bioenergy plantations in marginal areas. Italian alder is considered the most drought adapted species amongst the *Alnus* genus. Although these potentialities, little is known about its suitability for SRC. Research are currently conducted on this species, with experimental plots for comparing its yield in comparison to other bioenergy woody species (hybrid poplars, robinia, eucalypts) (Scartazza *et al.*, 2012), as well for studying the genetic of natural populations of *A. cordata* and *A. glutinosa* in 16 sites in southern Italy. Within mixed alder populations,

natural hybrids between *A. cordata* and *A. glutinosa* were observed for the first time in 4 of 5 mixed populations (Villani *et al.*, 2013). These natural hybrids should be worthy of further investigation for their use in SRC.

In Italy, the spread of SRC plantations is also hampered by the low market value of the biomass, which discourages many farmers from undertaking this activity in the absence of government grants. Targeted policies are thus strongly needed to increase the attractiveness of these crops, by providing fair compensation to the owners.

4. Polycyclic plantations

In Italy, France and North America, mixed plantations with valuable broadleaved species and poplar clones have been implemented both in tree farming plantations (Buresti Lattes *et al.*, 2008a; Vidal and Becquey, 2008; Zsuffa *et al.*, 1977; Paquette *et al.*, 2008) and in agroforestry systems (Balandier and Dupraz, 1999; Rivest *et al.*, 2010). In this type of tree farming plantations, called "polycyclic plantations", in Italy, the main crop trees, with different cultivation cycles, coexist in the same plantation area with: i) very short rotation trees for biomass production (SRCs); ii) short rotation trees for veneer production (poplar clones); iii) medium-long rotation trees for timber production (walnut and other valuable broadleaved species). The main crop trees are planted at a final harvesting distance, reaching the merchantable trunk size before the onset of strong intra-specific competition. The initial Italian experiences, carried out in typical poplar cultivation areas, have shown that poplar, due to its fast growing rates, slim shape and low shading crown, is able to actively support the growth of medium-long rotation crop trees. Minimum distances of at least 7 m, between poplar and medium-long rotation trees, are necessary to obtain a merchantable size before a significant diameter increment reduction will take place for the valuable broadleaves (Buresti Lattes *et al.*, 2008b; Pelleri *et al.*, 2013). For each medium-long crop tree, a variable surface of 100-144 m² is made (Buresti Lattes and Mori, 2012). Using this distance, the poplar is able to influence the valuable broadleaved tree stem form, inducing a conical crown, a light branching habit easy to prune, and a low canopy strata with living and active leaves, until harvest. The cultivation of trees with different rotation cycles has proved functional both from productive and environmental perspectives. In terms of timber production, the following results can be summarized.

- Very short rotation (SRCs): Plantations with different SRC surface investment levels were tested, using tree species suitable for mechanical harvesting aimed at chip production, and species for traditional harvesting, aimed at firewood production. Table 2 reports the 5-year production in a polycyclic plantation with seven species for biomass planted in double lines at a distance of 4 m from the other main crop trees. The double SRC line has a distance of 3 m between rows and 2 m along rows (Pelleri *et al.*, 2014). Overall the SRC covers about 55% of the whole surface. The experience highlights the need

to use different rotations according to the different growing rates.

- Short rotation (poplar clones): In traditional poplar plantations, generally a square planting design with a distance of 6 m is used, with a resulting stem density of 278 trees per ha. Poplar trees are usually harvested with a rotation of 10-12 years. In the polycyclic plantations, poplars are planted with wider spacing, with a square or rectangular planting design, and a resulting stem density of 90-142 trees per hectare. Poplar tree growth is therefore faster, reaching a merchantable size after 7-9 years. In an experimental polycyclic plantation, in Mantua in the north of Italy, some clones (Neva and Lena) reached an average dbh of 36 and 38 cm, respectively, after 9 years (Pelleri *et al.*, 2013).

In polycyclic plantations, generally poplar stems have a larger dbh, higher volume, higher processing yield and lower processing costs in comparison to traditional poplar plantations (Castro *et al.*, 2013).

- Medium-long rotation (valuable timber broadleaves). Experiments have focused on common walnut (*Juglans regia* L.). Species such as common oak (*Quercus robur* L.) have been used mainly in areas with a high naturalist and environmental value. In these special kinds of plantations, called permanent polycyclic, new tree lines can be planted in the space made available by the harvesting of trees with different delayed cycles. This is done in order to allow for continuous cultivation cycles in the same plantation area, thus maintaining a permanent tree cover (Buresti Lattes *et al.*, 2014).

An experimental polycyclic plantation was established in Mantua, with 90 poplar trees (4 poplar clones: Lena, Neva, I214 and Villafranca) and 90 walnut trees (Common walnut and Hybrid walnut), planted with a rectangular overlapping design, with a distance of 7.4 m between poplar and walnut trees. Figure 2 reports the dbh trend, from 6 to 9 years after establishment, of 4 poplar clones and 2 walnut genotypes.

The most productive clones (Lena and Neva) reached a merchantable size after 7 years, while the less productive clones (I214 and Villafranca) reached it after 9 years (Pelleri *et al.*, 2013). In the plots where poplar clones had already been harvested at 7 years, walnuts maintained a high growth rate with a dbh increase of 1.5-2.0 cm per year, with an average dbh of 33 cm at the age of 19.

Considering the ecological-environmental impact, polycyclic plantations have notable advantages over traditional poplar monoculture. Using nurse N-fixing trees and shrubs in this kind of mixed plantations has significantly reduced the overall cultivation practices (-61%), in particular a reduction in fertilization, irrigation and pesticides application (Pelleri *et al.*, 2013). Recent research in Lombardy has shown a higher efficiency for carbon accumulation and a higher sustainability of mixed polycyclic plantations in comparison with traditional poplar plantations (Chiarabaglio *et al.* 2014b). In summary, polycyclic plantations are more resistant to external disturbance and less demanding in terms of energetic input. This therefore makes them innovative, and more sustainable than poplar and walnut monocultures.

5. Agroforestry systems

Modern intensive agricultural practices, combined with predominant mono cropping farming systems, have contributed to the progressive and dangerous simplification of agro-ecosystems. This has led to serious environmental and productive consequences and to a dramatic impoverishment of many traditional rural scenarios, very often characterized by the strong interaction of forest trees with agricultural land use and practices (Eichhorn *et al.*, 2006). The rapid development of the "Green Revolution" in modern agriculture has completely changed the traditional link between trees outside forest (TOF) and agricultural practices. In Italy, for example, in the mid 1940s, just before the rapid expansion of modern agriculture, TOF timber production was much higher than timber production from forest areas. Today, this balance has been completely reversed, and TOF timber production has completely declined.

Global environmental and productive emergencies, such as climate change and food security, have focused research and the interest of international institutions on the preservation and implementation of agroforestry systems, due to their intrinsic capacity to combine food and wood production with environmental preservation (Lasco *et al.*, 2014). Traditional and innovative agroforestry practices (Tab. 3) provide strategic opportunities for multifunctional systems, producing a variety of productive and environmental services towards a new smart agriculture (Scherr *et al.*, 2012).

The European Project SAFE (Silvoarable Agroforestry For Europe) demonstrated that agroforestry systems are compatible with modern agricultural techniques.

Biophysical and economic modelling has shown that introducing timber trees in arable fields and landscapes can often be more profitable for farmers and landowners (Graves *et al.*, 2007). Silvoarable systems can also efficiently address ecosystem services (Palma *et al.*, 2007), decreasing soil erosion and nitrogen leaching.

At the same time, these systems can increase carbon sequestration across areas dominated by intensive farming systems, without significantly hampering food production. Silvoarable systems, combining the intercropping of walnut (*Juglans* spp.) timber trees with arable and fodder crops (e.g. wheat, corn and clovers) are potentially some of the most profitable farming systems under the temperate conditions of western Europe (Graves *et al.*, 2007). Research on walnut silvoarable systems has been conducted in Italy since the early 1990s on the optimization of the system according to tree-crop interactions, planting tree seedlings in rows alternated with arable crops. The competition of crops with young trees was firstly studied, indicating that tree mulching is very effective in decreasing water competition during summer drought periods (Paris *et al.*, 1994, 1998, 2005). The profitability of walnut silvoarable systems is strictly related to the duration of the intercropping period, with decreasing intercrop yields with increasing tree age. Therefore, it is of primary importance to predict crop yield in relation to increasing tree size, according to simple tree parameters, such as tree basal area (G) (Nissen and Midmore, 2002), as a

function of stem diameter and tree density. This hypothesis was tested in experimental walnut tree plots (*Juglans regia* L. and hybrid NG23xRA) (Perali *et al.*, 2009; Paris *et al.*, 2013). Trees established in 1992 were intercropped with wheat (*Triticum aestivum*) in 2003, with clover (*Trifolium incarnatum* L.) in 2004, and finally with a natural meadow (2005-2010), comparing intercrop yields to the sole crop (crop reference yield, CRY). Hybrid walnut showed better growth rates in comparison to common walnut. At 18 years of intercropping, hybrid walnut trees reached a total height of 15 m, with an annual dbh increase of 1.3 cm. The hybrid walnut canopy was only slightly competitive with intercrops due to a late leaf development in spring.

The following regression equations between the CRY and G of hybrid walnut were developed for the three tested intercrops: i) wheat, $CRY = -6.21G + 100$ ($r = 0.75^{***}$, G interval=0-5); clover, $CRY = -0.04G + 100$ ($r = 0.07^{ns}$, G interval=0-6); pasture, $CRY = -3.9G + 100$ ($r = 0.58^*$, G interval=0-14).

Using these regressions, silvoarable models can be simulated in relation to various planting densities and tree growth rate (Fig. 3). These data can be used to minimize competition between adult walnut trees and the intercrops up to the tree harvesting age. For example, with 50 tree ha⁻¹ the CRY for wheat should decrease to less than 80% at a plantation age of around 23 years, representing two thirds of the harvesting cycle for hybrid walnut. With a density of 83 trees ha⁻¹, the wheat 80% CRY should start at a plantation age of 17 years.

Despite the emerging benefits of agroforestry systems, national and European policies are very inconsistent in terms agroforestry implementation in farming systems. Over the last 25 years, the Common Agricultural Policy (CAP) and the Rural Development Programs (RDPs) have practically ignored agroforestry systems, strongly subsidizing monocropping systems, both for food and timber production.

In Italy, over the last 25 years strong support has been offered to farmers and landowners planting timber trees on former agricultural land, but without establishing any sort of intercropping between trees and cash crops.

The main result has been that farmers often choose the worst soils for timber plantations, resulting in poor tree growth (Minotta and Paris, 2010). In 2005, the CAP recognized the positive impact of silvoarable systems on farming systems and the RDPs 2005-13 introduced the possibility of establishing, with public subsidies, such systems according to measure 2.2.2.

Unfortunately, this was largely unsuccessful (Pisanelli *et al.*, 2014), due to the lack of dissemination and poor financial support. The new RDPs (2014-20) are currently under evaluation, and hopefully a stronger support for agroforestry will be provided, both with direct measures for establishing new agroforestry systems, and also with the inclusion of agroforestry systems in the Ecological Focus Area of the Greening Measure.

The recently established European Federation of Agroforestry (EURAF, www.agroforestry.eu) plays an important role in supporting agroforestry in the CAP with intensive lobbying at European and national

levels. In Italy, the working group on Agroforestry of S.I.S.E.F. (<http://sisef.org/gdl/agroforestry/>) and the AIAF (Associazione Italiana di Agroforestazione, www.agroforestry.it) refers to EURAF. A new project on agroforestry in Europe has been launched (since January 2014) by the European Commission, AGFORWARD (AGroFORestry that Will Advance Rural Development, www.agforward.eu). It is a four-year project, developed by 23 organisations in 14 countries, with the goal of promoting appropriate agroforestry practices that advance sustainable rural development. From Italy, three organisations are involved in this project: CNR-IBAF of Porano; Veneto Agricoltura and CRA Olive culture of Spoleto. The project objectives are: i) to increase our understanding of existing, and new agroforestry systems in Europe; ii) to identify, develop and demonstrate innovations to improve the ecosystem service benefits and viability of agroforestry systems using participatory research; iii) to develop better adapted designs and practices for the different site conditions of Europe, and iv) to promote the wide adoption of sustainable agroforestry systems.

6. Conclusions

Many crop models are available to support an important and ecologically sound wood production outside the forest. This wide variety of tree farming and agroforestry systems is a basic prerequisite to match the wide environmental and structural diversity characterizing Italian farms, as well as the diversified needs of the

domestic wood and energy industries, reducing at the same time the human pressure on the natural forests.

Key factors for the success of these plantations in Italy are the implementation of more efficient connections between wood producers and industrial users and targeted policies to increase the attractiveness of domestic wood for Italian industry. In conclusion, the Italian sector of tree farming and agroforestry systems is rich of resources that are just waiting for the right political and industrial organization for converting them in new opportunities for the wood-based sustainable domestic economy.

Acknowledgments

This work was supported by: i) grant from the Italian Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica - Industrial Research Project "Integrated agro-industrial chains with high energy efficiency for the development of eco-compatible processes of energy and biochemicals production from renewable sources and for the land valorization (EnerbioChem)" PON01_01966, funded in the frame of Operative National Programme Research and Competitiveness 2007-2013 D. D. Prot. n. 01/Ric. 18.1.2010; ii) AGFORWARD project (Grant Agreement N° 613520) which is co-funded by the European Commission within the 7th Framework Programme. The views and opinions expressed in this report are purely those of the writers and may not in any circumstances be regarded as stating an official position of the European Commission.

Table 1. Main poplar cultivation models in Italy.

Tabella 1. Principali caratteristiche dei modelli culturali in cui si articola la moderna pioppicoltura in Italia.

<i>Plantation model</i>		<i>SRF</i>	<i>SRC</i>	<i>SRC</i>
<i>Purpose</i>		<i>plywood</i>	<i>OSB/biomass.</i>	<i>biomass</i>
Crop density	(p·ha ⁻¹)	280	1100	5700
Rotation time	(years)	10	10	10
Harvesting cycle	(years)	10	5	2
Av. DBH at harvest.	(cm)	28-33	18	5-7
Av. Height at harvest	(m)	24	15	8
Growing stock at harvest	(f.t·ha ⁻¹)	140-180	145	50
Sale price	(€·t ⁻¹)	75	20/40	20-55
Subsidies	(% of estab. cost)	60	40	40

Table 2. Experimental plantation of Meleti (Lodi-Italy). Production of 7 tree species for biomass, 5 years after plantation (Pelleri *et al.*, 2014, modified).

Tabella 2. Impianto sperimentale di Meleti (LO). Produzione di biomassa ottenuta con 7 diverse specie arboree al quinto anno dopo l'impianto.

<i>Type of SRC</i>	<i>Surface</i>	<i>Rotation</i>	<i>Fresh tree</i>	<i>Dry tree</i>	<i>Wood</i>	<i>Wood</i>
	<i>SRC</i>		<i>weight</i>	<i>weight</i>	<i>moisture</i>	<i>Yield (dry weight)</i>
tree species	%	year	kg	kg	%	Mg ha ⁻¹
<i>Populus</i> , clone AF2	55	3-4	158.5	66.8	57.9	55.3
<i>Ulmus minor</i>	55	3-4	67.5	38.2	43.4	31.6
<i>Platanus hybrida</i>	55	5-6	37.7	17.7	53.0	14.7
<i>Corylus avellana</i>	55	6-8	25.7	12.7	50.7	10.5
<i>Fraxinus oxycarpa</i>	55	6-8	16.7	10.8	35.2	8.9
<i>Ostrya carpinifolia</i>	55	6-8	18.3	10.5	42.6	8.7
<i>Carpinus betulus</i>	55	6-8	11.7	6.6	43.8	5.4

Table 3. Main agroforestry systems for timber and wood production in Italy.

Tabella 3. Principali sistemi agro-forestali in Italia per la produzione di legname pregiato e biomassa legnosa.

<i>System</i>	<i>Description</i>	<i>Main functions</i>
Tree edge-rows	Rows of trees and other woody species planted/growing along field borders	<ul style="list-style-type: none"> - Product diversification (timber, wood, bioenergy, fruits and berries, wild vegetables) - Biodiversity - Landscape/Aesthetic - Field fencing
Buffer strips	Perennial vegetation (grass, shrubs, trees) are planted in strips between arable land or pastures to enhance and protect aquatic resources (streams, lakes) from negative effects of agricultural practices	<ul style="list-style-type: none"> - Filtration of agricultural pollutants - Water filtration - Soil protection from water erosion
Wind shelters	Rows of trees are planted around farms and fields to protect crops, animals and soil from wind	<ul style="list-style-type: none"> - Wood and timber production - Protection from wind of crops livestock and buildings - Wind erosion control
Silvo-arable systems	Trees are planted in single or multiple rows with arable or horticultural crops between the rows	<ul style="list-style-type: none"> - Production diversification (timber, wood and crops) - High use efficiency of cultural inputs and natural resources - Soil protection
Silvo-pastoral systems	Trees are combined with forage and livestock production including high (forest or woodland grazing) and low density (open forest trees) stands and plantations	<ul style="list-style-type: none"> - Production diversification (timber, wood and livestock products) - Livestock wellness
Special applications	Use of agroforestry technologies, planting trees for specific requirements (eg.: filtration of waste waters, Phyto-remediation) and wood production	<ul style="list-style-type: none"> - Filtration and depuration of urban and rural waste waters - Decontamination of polluted soils; - Production of decontaminated timber and wood (with in-situ phyto-degradation of contaminants)

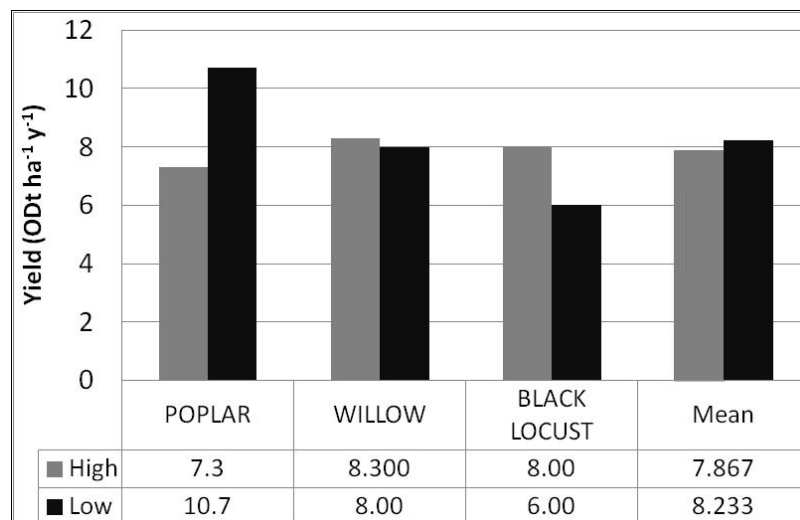


Figure 1. Yield of poplar, willow and black locust SRC energy crops planted at High (8333 trees ha⁻¹) and Low (1667 trees ha⁻¹) density in northwest Italy. Data collected at the end of the fourth season after planting (from Bergante, 2010).

Figura 1. Produttività delle SRC con pioppo, salice e robinia realizzate ad alta (8333 alberi ha⁻¹) e bassa (1667 alberi ha⁻¹) densità nell'Italia Nord-Occidentale. Dati riferiti al termine del quarto anno dopo l'impianto.

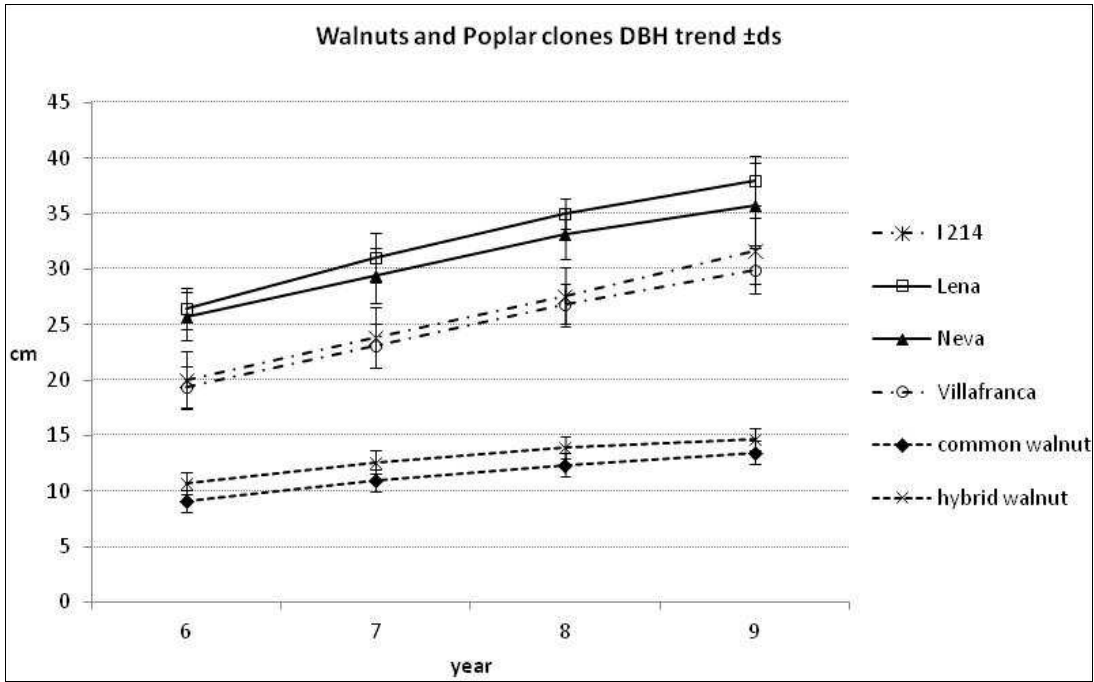


Figure 2. Experimental plantation at San Matteo delle Chiaviche (Mantova) on polycyclic plantations. Diameter growth (1.3 m above ground) of walnut genotypes and poplar clones using a distance of 7.4 m between the two species (Pelleri *et al.*, 2013 modified).

Figura 2. Impianto sperimentale di San Matteo delle Chiaviche (MN): Andamento del diametro del fusto (ad 1,30 m di altezza) di piante di noce e di pioppo consociate in piantagione policiclica, e poste ad una distanza reciproca di 7,4 m.

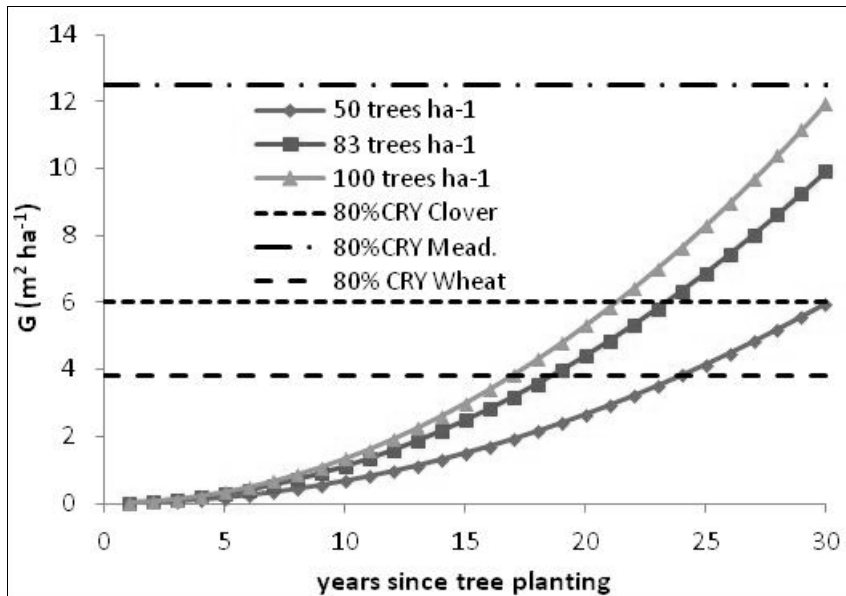


Figure 3. At what plantation age does intercrop yield start to decline in walnut silvoarable systems? The three exponential curves indicate the time evolution of tree basal area (G) for three planting densities of walnut trees. The horizontal lines are the G value determining the intercrop yield which is 80% lower than the sole crop (Crop Reference Yield, CRY). Each intersection between the exponential and horizontal lines indicates at what age the CRY starts to be 80% (Perali *et al.*, 2009, Paris *et al.*, 2013).

Figura 3. Simulazione delle interazioni competitive tra alberi e colture consociate in sistemi silvoarabili di noce da legno. Le tre linee esponenziali rappresentano l'evoluzione dell'area basimetrica (G) del noce per tre densità di piantagione (50, 83 e 100 alberi ha⁻¹). Le tre linee orizzontali rappresentano i valori di G per cui le colture consociate hanno una produzione che declina al di sotto dell'80% della coltura non consociata (CRY). L'intersezione tra le linee orizzontali e quelle esponenziali indica a che età degli alberi la CRY della coltura assume valori uguali all'80%.

RIASSUNTO

Arboricoltura da legno ed agroforestry per un approvvigionamento sostenibile di legno da industria e da energia

L'arboricoltura da legno e l'agroforestry possono contribuire in maniera significativa all'approvvigionamento di legname da industria e da energia secondo modelli colturali polifunzionali ed a basso impatto ambientale. Le ricerche condotte in Italia ed all'estero evidenziano la possibilità di pervenire a produzioni legnose interessanti dal punto di vista quantitativo e/o qualitativo ed ecologicamente sostenibili, conseguendo contemporaneamente utilità di carattere ambientale. Nelle aree agricole le piantagioni da legno, se opportunamente progettate e gestite, possono avere ricadute positive anche sulla biodiversità, il paesaggio, il ciclo del carbonio e la protezione del suolo, secondo i più recenti orientamenti sul greening della nuova PAC. Tra i modelli colturali più adatti agli ambienti italiani, si citano la pioppicoltura tradizionale per la produzione di assortimenti da sfogliato; i cedui a corta rotazione per la produzione di legno da energia; gli impianti policiclici in grado di produrre sulla medesima superficie assortimenti di pregio di pioppo e di latifoglie nobili e legno da energia; i sistemi agro-forestali che consentono una complementarietà ottimale con le produzioni agricole alimentari ed una significativa diversificazione dei prodotti ottenibili sulla medesima unità di superficie. Altro fattore fondamentale per il successo delle produzioni legnose fuori foresta è la realizzazione di un più efficiente raccordo tra i produttori e gli utilizzatori industriali del legno. In particolare, sono necessarie politiche indirizzate ad aumentare l'appetibilità della produzione nazionale per l'industria italiana del comparto. L'eco-certificazione delle produzioni, come già attuato per il pioppo, potrebbe essere un passo interessante in questa direzione.

BIBLIOGRAPHY

- Augustson A., Lind A., Weih M., 2006 – *Floristikmångfald i Salix-odlingar*. Svenska Botanisk Tidskrift, 100: 52-58.
- Balandier P., Dupraz C., 1999 – *Growth of widely spaced trees. A case study from young agroforestry plantations in France*. Agroforestry Systems, 43: 151-167.
<http://dx.doi.org/10.1023/A:1026480028915>
- Baum C., Leinweber P., Weih M., Lamersdorf N., Dimitriou I., 2009 – *Effects of Short Rotation Coppice with willows and poplar on soil ecology*. Landbauforschung, 59(3): 183-196.
- Bergante S., 2010 – *Indagine sulle short rotation crops con pioppo, salice e robinia*. Tesi di Dottorato, Università di Torino, pp. 137.
- Bergante S., Facciotto G., Minotta G., 2010 – *Identification of the main site factors and management intensity affecting the establishment of short-Rotation Coppices (SRC) in Northern Italy through Stepwise regression analysis*. Central European Journal of Biology, 5 (4): 522-530.
<http://dx.doi.org/10.2478/s11535-010-0028-y>
- Berndes G., Fredrikson F., Borjesson P., 2004 – *Cadmium accumulation and Salix-based phytoextraction on arable land in Sweden*. Agric. Ecosyst. Environ., 103: 207-223.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2003.09.013>
- Bianconi D., De Paolis M.R., Agnello A.C., 2011 – *Field-scale rhizoremediation of a contaminated soil with hexachlorocyclohexane (HCH) isomers: the potential of poplars for environmental restoration and economical sustainability*. In: Handbook of Phytoremediation. Eds. Golubev I.A. Nova Science Publishers, New York, pp. 783-794.
- Bowman U., Turnbull J., 1997 – *Integrated biomass energy systems and emission of carbon dioxide*. Biomass Bioenergy, 13: 333-343.
[http://dx.doi.org/10.1016/S0961-9534\(97\)00043-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0961-9534(97)00043-3)
- Britt C., Fowbert J., McMillan S.D., 2007 – *The ground flora and invertebrate fauna of hybrid poplar plantations: results of ecological monitoring in the PAMUCEAF project*. Aspects of Applied Biology, 82: 83-89.
- Buresti Lattes E., Mori P., 2012 – *Piantagioni policicliche. Elementi di progettazione e collaudo*. Sherwood - Foreste ed Alberi Oggi, 189: 12-16.
- Buresti Lattes E., Mori P., Pelleri F., Ravagni S., 2008a – *Des peupliers et des noyers en mélange, avec des plants accompagnateurs*. Forêt-entreprise, 178: 26-30.
- Buresti Lattes E., Cavalli R., Ravagni S., Zuccoli Bergomi L., 2008b – *Impianti policiclici di Arboricoltura da legno: due esempi di progettazione e utilizzazione*. Sherwood - Foreste ed Alberi Oggi, 139: 37-39.
- Buresti Lattes E., Mori P., Ravagni S., 2014 – *The permanent polycyclic plantation: narrowing the gap between tree farming and forest*. In: Genetic restoration in ecosystem restoration using native tree species. State of the World's Forest Genetic Resources. Bozzano M., Jalonen R., Thomas E., Boshier D., Gallo L., Bordacs S., Smith P., Loo J., Thematic Study . Rome, FAO and Biodiversity International, pp. 188-194.
- Burger F., Sommer W., Ohrner G., 2005 – *Anbau von Energiewäldern*. LWF Merkblatt der Bayerischen Land esanstalt für Wald und Forstwirtschaft 19.
- Castro G., Mori P., Zanuttini R., 2013 – *Produttività di sfogliato e diametro dei fusti: indagini preliminari sui cloni di pioppo I-214 e Neva*. Sherwood - Foreste ed Alberi Oggi, 192: 5-9.
- CGA, 2010 – *VI Censimento Generale dell'Agricoltura*.
- Chiarabaglio P.M., Allegro G., Rossi A.E., Savi L., 2014a – *Studi sulla sostenibilità della pioppicoltura in Lombardia*. Sherwood - Foreste ed Alberi Oggi, 206: 5-8.
- Chiarabaglio P.M., Giorcelli A., Allegro G., 2014b – *Environmental sustainability of poplar stands*. In: Actas de las Jornadas de Salicáceas 2014. Cuarto Congreso Internacional de Salicáceas en Argentina "Sauces y Álamos para el desarrollo regional" Ciudad

- de La Plata, Buenos Aires, Argentina, 18-21 marzo 2014. ISSN 1850-3543: p. 8.
- Coaloe D., 2014 – *Sostenibilità economica e certificazione forestale della pioppicoltura*. In: Qualità e sostenibilità ambientale della pioppicoltura in filiere legno-energia. Regione Lombardia, Quaderni del 81-89.
- Coaloe D., Facciotto G., 2014 – *Biomass feedstock from multipurpose poplar plantations: current situation and potential development in Italy*. In: Proceedings of the 22nd European Biomass Conference and Exhibition, Hamburg, 23-26 June 2014, pp. 112-115.
- Coaloe D., Vietto L., 2008 – *Forest certification for poplar plantations: a new market opportunity*. In: IPC 23rd Sess. Poplars, Willows and People's Wellbeing'. Abstracts of Submitted Papers. Beijing, China, 27-30 October 2008, p. 43.
- Di Matteo G., Sperandio G., Verani S., 2012 – *Field performance of poplar for bioenergy in southern Europe after two coppicing rotations: effects of clone and planting density*. iForest 5: 224-229 [online 2012-10-02] <http://www.sisef.it/forest/contents?id=ifor0628-005>
- DTI, 2006 – *The Effects on Flora and Fauna of Converting Grassland to Short Rotation Coppice (SRC)*. <http://www.berr.gov.uk/files/file29233.pdf>.
- Eichorn M.P., Paris P., Herzog F., Incoll L.D., Liagre F., Mantzanas K., Mayus M., Moreno G., Papanastasis V.P., Pilbeam D.J., Pisanelli A., Dupraz C., 2006 – *Silvoarable systems in Europe –past, present and future prospects*. Agroforestry Systems, 67: 29-50. <http://dx.doi.org/10.1007/s10457-005-1111-7>
- Facciotto G., Bergante S., Mughini G., Gras M.L., Nervo G., 2009 – *Biomass production with fast growing woody plants for energy purposes in Italy*. In: Proceedings of the International Scientific Conference 'Forestry in achieving millennium goals' Held on 50th Anniversary of foundation of the Institute of Lowland Forestry and Environment. Novi Sad, Serbia 13-15 novembre 2008, pp. 105-110.
- Facciotto G., Vietto L., Rossino R., Prendin S., Nervo G., 2014 – *Aspetti produttivi e qualitativi di piantagioni di pioppo in Lombardia*. In: Qualità e sostenibilità ambientale della pioppicoltura in filiere legno-energia. Regione Lombardia, Quaderni del 13-25.
- FAO, 2001 – *Global data on forest plantations resources*. Forest Genetic Resources n. 29, FAO, Rome.
- FAO, 2010 – *Global Forest Resources Assessment*. FAO, Rome.
- FAO, 2012 – *Improving lives with poplars and willows*. Synthesis of Country Progress Reports. 24th Session of the International Poplar Commission, Dehradun, India, 30 Oct-2 Nov 2012. Working Paper IPC/12. Forest Assessment, Management and Conservation Division, FAO, Rome. <http://www.fao.org/forestry/ipc2012/en>.
- Fry D., Slater F., 2009 – *The biodiversity of short rotation willow coppice in the Welsh landscape*. <http://www.willow4wales.co.uk/>
- Garten Jr. C.T., 2002 – *Soil carbon storage beneath recently established tree plantations in Tennessee and South Carolina, USA*. Biomass Bioenergy, 23:93-102. [http://dx.doi.org/10.1016/S0961-9534\(02\)00033-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0961-9534(02)00033-8)
- Graves A.R., Burgess P.J., Palma J.H.N., Herzog F., Moreno G., Bertomeu M., Dupraz C., Liagre F., Keesman K., van der Werf W., Koeffeman de Nooy A., van den Briel J.P., 2007 – *Development and application of bio-economic modeling to compare silvoarable, arable, and forestry systems in three European countries*. Ecological Engineering, 29: 434-449. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoleng.2006.09.018>
- Guo M., Littlewood J., Joyce J., Murphy R., 2014 – *The environmental profile of bioethanol produced from current and potential future poplar feedstocks in the EU*. Green Chemistry, 16: 4680-4695. <http://dx.doi.org/10.1039/C4GC01124D>
- ISTAT, 2012 – <http://www3.istat.it/dati/catalogo/2012>
- Jug A., Hofmann-Schielle C., Makeschin F., Rehfuess K.E., 1999 – *Short-rotation plantations of balsam poplars, aspen and willows on former arable land in the Federal Republic of Germany II. Nutritional status and bioelement export by harvested shoot axes*. Forest Ecology and Management, 121: 67-83. [http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127\(98\)00558-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127(98)00558-1)
- Lasco R.D., Delfino R.J.P., Catacutan C.D., Simelton E.S., Wilson D.M., 2014 – *Climate risk adaptation by smallholder farmers: the roles of trees and agroforestry*. Current Opinion in Environmental Sustainability, 2014, 6: 83-88. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cosust.2013.11.013>
- Lewandowski I., Schmidt U., Londo M., Faaij A., 2006 – *The economic value of the phytoremediation function - Assessed by the example of cadmium remediation by willow (Salix ssp)*. Agric Sys, 89: 68-89. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agry.2005.08.004>
- Mantau U., Asikainen A., Anttila P., Leek N., Lindner M., Oldenburger J., Prins K., Saal U., Steierer F., Verkerk H., 2010 – *EUWood - Real potential for changes in growth and use of EU forests*. Final report. Hamburg-Germany, June 2010. pp. 160.
- Minotta G., Paris P., 2010 – *Workshop del GdL SISEF "Arboricoltura da legno" sulle piantagioni di latifoglie a legno pregiato e presentazione di ARBORA, il database on-line degli impianti da legno di latifoglie*. Forest@ 7: 247-248 [online: 2010-12-02] <http://www.sisef.it/forest@/>.
- Nervo G., Coaloe D., Vietto L., Giorelli A., Allegro G., 2011 – *Current situation and prospects for European poplar culture: the role of research*. Actas del Tercer Congreso Internacional de las Salicáceas Argentina 'Los álamos y lossauces junto al paisaje y el desarrollo productivo de la Patagonia' Neuquen, Argentina 16-19 Marzo 2011. pp. 9 [En].
- Nissen T.M., Midmore D.J., 2002 – *Stand basal area as an index of tree competitiveness in timber intercropping*. Agroforestry Systems, 54: 51-60. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1014273304438>
- NjakouDjomo S., Ac A., Zenone T., De Groote T., Bergante S., Facciotto G., Sixto H., CiriaCiria P., Weger J., Ceulemans R., 2015 – *Energy performances of intensive and extensive short rotation cropping systems for woody biomass production in the EU*.

- Renewable and Sustainable Energy Reviews, 41: 845-854.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2014.08.058>
- Palma J.H.N., Graves A.R., Bunce R.G.H., Burgess P.J., de Filippi R., Keesman K.J., van Keulen H., Liagre F., Mayus M., Moreno M., Reisner Y., Herzog F., 2007 – *Modeling environmental benefits of silvoarable Agroforestry in Europe*. Agriculture, Ecosystems and Environment, 119: 320-334.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2006.07.021>
- Paquette A., Messier C., Périnet P., Cogliastro A., 2008 – *Simulating light availability under different hybrid poplar clones in a mixed intensive plantation system*. Forest Science, 54: 481-489.
- Paris P., Perali A., Pisanelli A., 2013 – *Uso di G, area basimetrica, per la modellizzazione dell'interazioni tra alberi e colture erbacee consociate in sistemi silvoarabili di noce da legno*. Poster. IX Congresso Nazionale SISEF, "Multifunzionalità degli ecosistemi forestali montani", Libera Università di Bolzano/Bozen, 16-19 Settembre 2013.
- Paris P., Mareschi L., Sabatti M., Pisanelli A., Ecosse A., Nardin F., Scarascia-Mugnozza G., 2011 – *Comparing hybrid Populus clones for SRF across northern Italy after two biennial rotations: Survival, growth and yield*. Biomass Bioenergy, 35: 1524-1532.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.biombioe.2010.12.050>
- Paris P., Olimpieri G., Cannata F., 1994 – *Influence of alfalfa (Medicago sativa L.) intercropping and polyethylene mulching on early growth of walnut (Juglans spp.) in central Italy*. Agroforestry Systems, 31: 169-189. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00711724>
- Paris P., Olimpieri G., Cannata F., Pisanelli A., Todaro L., 1998 – *Leaf-water potential and soil-water depletion of walnut mulched with polyethylene and Intercropped with alfalfa in central Italy*. Agroforestry Systems, 40: 69-81.
<http://dx.doi.org/10.1023/A:1006079215567>
- Paris P., Pisanelli A., Todaro L., Olimpieri G., Cannata F., 2005 – *Growth and water relations of walnut trees (Juglans regia L.) on a mesic site in central Italy: effects of understorey herbs and polyethylene mulching*. Agroforestry Systems, 65: 113-121.
<http://dx.doi.org/10.1007/s10457-004-6719-5>
- Paris P., Facciotto G., Nervo G., Minotta G., Sabatti M., Scaravonati A., Tarchi M., Scarascia-Mugnozza G., 2010 – *Short Rotation Forestry of poplars in Italy: current situation and prospective*. In: Book of abstract of Fifth International Poplar Symposium, Poplars and willows: from research models to multipurpose trees for a bio-based society held in Orvieto, Italy 20-25 September 2010, 105-106.
- Pelleri F., Bianchetto E., Bidini C., Vitone A., 2014 – *Polycyclical plantation walnut, poplar and SRF: a plantation in Lodi Province Northern Italy*. Poster presentato AgroCop Conference CNR IBAF Porano 16-17 Ottobre 2014.
- Pelleri F., Ravagni S., Bianchetto E., Bidini C., 2013 – *Comparing growth rate in a mixed plantation (walnut, poplar and other nurse trees) with different planting designs: result from an experimental plantation in northern Italy*. Annals of Silvicultural Research, 37 (1): 13-21.
- Perali A., Pisanelli A., Ecosse A., Scarascia-Mugnozza G., Cannata F., Paris P., 2009 – *Sistemi agroforestali, consociazione vincente*. Terra e Vita (supp. Bio-energie), 44: 38-40.
- Pisanelli A., Marandola D., Marongiu S., Paris P., Rosati A., Romano R., 2014 – *The role of Rural Development Policy in supporting agroforestry systems in EU*. Book of Abstracts (J HN Palma Ed.) 2nd European Agroforestry Conference, ISBN 978-972-97874-4-7, pp. 22-25, European Agroforestry Federation, 4-6 June 2014, Cottbus, Germany.
- Rivest D., Oliver A., Gordon A.M., 2010 – *Hardwood intercropping system: combining wood and agricultural production while delivering environmental services*. [http://www.agrireseau.qc.ca/Agroforesterie/documents/Hardwood_Intercropping_Systems_\(1_Mo\).pdf](http://www.agrireseau.qc.ca/Agroforesterie/documents/Hardwood_Intercropping_Systems_(1_Mo).pdf).
- Scartazza A., Tosi L., Tarchi M., Paris P., Brugnoli E., 2012 – *Comparing early drought responses of Italian alder and hybrid poplar in a bioenergy field test in Mediterranean Europe*. Poster presented at 24th Session of the International Poplar Commission, FAO and Indian Council of Forestry Research and Education, Forest research Institute, Dehradun, India, 29 oct - 2 Nov., 2012. Working Paper IPC/11, FAO, Rome, Italy, Book of Submitted Abstracts FAO, October 2012.
<http://www.fao.org/forestry/ipc2012/79776/en/>.
- Scherr S.J., Shames S., Friedman R., 2012 – *From climate-smart agriculture to climate-smart landscapes*. Agriculture and Food Security, 2012: 1: 12.
<http://dx.doi.org/10.1186/2048-7010-1-12>
- Seufert G., 2010 – *Il "Kyoto Experiment" del CCR di Ispra: La Pioppicoltura come sequestratore di carbonio*. Vegetalia, 2010.
- Vidal C., Becquey J., 2008 – *Enseignements de deux plantations mélangée de peuplier I214 et de noyer hybride*. Institut pour le Développement Forestier - Forêt Entreprise, 178: 31-36.
- Vietto L., Nervo G., Facciotto G., Chiarabaglio P., Coaloa D., 2011 – *Activities for sustainable poplar plantations management in Italy*. In: Actas del Tercer Congreso Internacional de las Salicáceas en Argentina 'Los álamos y los sauces junto al paisaje y el desarrollo productivo de la Patagonia' Neuquen, Argentina 16-19 Marzo 2011. pp. 9.
- Vietto L., Facciotto G., Giorcelli A., Allegro G., Castro G., Nervo G., Bisoffi S., 2012 – *New P. × canadensis clones for wood industry and biomass production selected in Italy*. In: Improving Lives with Poplars and Willows. Abstracts of submitted papers. 24th Session of the International Poplar Commission, Dehradun, India, 30 October - 2 November 2012. Working Paper IPC/11 FAO, Rome, Italy.
- Villani F., Mattioni C., Olimpieri I., Cherubini M., Malvolti M.E., Chiocchini F., Proietti S., Moscatello S., Paris P., Battistelli A., 2013 – *Genetic variation of Alnus cordata and Alnus glutinosa populations from Southern Italy: evidence of interspecific hybridization*.

IX Congresso Nazionale SISEF, “Multifunzionalità degli ecosistemi forestali montani”, Libera Università di Bolzano/Bozen, 16-19 Settembre 2013.

Weitz M., 2014 – *Cooperation concepts for dedicated biomass production via Short Rotation Plantations - Opportunities for decentralised biomass heat and*

power in Europe. Presentation at the 22nd European Biomass Conference and Exhibition , Hamburg.
Zsuffa L., Anderson H.W., Jaciw P., 1977 – *Trends and Prospects in Ontario's Poplar Plantation Management*. The Forestry Chronicle, 53(4): 195-200. <http://dx.doi.org/10.5558/tfc53195-4>.

PIANTAGIONI POLICICLICHE: ARBORICOLTURA E SELVICOLTURA PIÙ VICINE

Paolo Mori¹

¹Associazione Arboricoltura da Legno Sostenibile per l'Economia e l'Ambiente (AALSEA);
paolo.mori@compagniadelleforeste.it

L'arboricoltura da legno tradizionale in Italia, a partire dagli anni '90 del secolo scorso, ha mostrato di dover superare problemi di carattere finanziario, tecnico e ambientale. Per superare tali limiti, a partire dalla seconda metà degli anni '90, sono state avviate attività di ricerca e sperimentazione. Questo contributo descrive brevemente i principali problemi individuati, i criteri e le strategie adottati per superarli e i primi risultati ottenuti.

Parole chiave: arboricoltura da legno, Piantagioni Policicliche, Piantagioni Policicliche a Termine, Piantagioni PT, Piantagioni Policicliche Potenzialmente Permanenti, Piantagioni 3P.

Keywords: Tree farming, polycyclic tree plantation, PT Plantation, Permanent polycyclic Plantation, 3P Plantation.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-pm-pia>

1. Introduzione

L'Arboricoltura da Legno (AdL), intesa come piantagioni arboree senza vincolo di permanenza per un tempo indefinito, ha avuto uno sviluppo importante a partire dalla prima metà del secolo scorso con la pioppicoltura che, negli anni '90, è arrivata ad interessare circa 100.000 ha. Uno strumento finanziario comunitario, il Reg. CEE 2080/92, a partire dal 1994 ha dato impulso allo sviluppo dell'arboricoltura da legno a ciclo medio-lungo e ha portato, nel corso di 6-7 anni di applicazione, ad incrementare la superficie dedicata a tale coltura di circa 78.000 ha, mentre sono stati poco meno di 23.000 ha quelli dedicati a produzioni a rapido accrescimento (Colletti, 2001).

Nei primi anni 2000, grazie al sostegno del PSR 2000-2006, sono stati realizzati ancora circa 24.000 ha di piantagioni, di cui circa 7.000 ha di cedui a cortissima rotazione, o *short rotation forestry* (Facciotto, 2012). Le superfici dedicate all'arboricoltura da legno sono tuttavia diminuite negli ultimi anni. La pioppicoltura è scesa a soli 60.000 ha, la *short rotation forestry* ha raccolto poco interesse a causa di produzioni inadeguate rispetto ai costi da sostenere, così come l'AdL a ciclo medio-lungo ha ridotto in maniera drastica le nuove superfici. Per questo motivo, da circa 18 anni, si sono sviluppate attività di ricerca e sperimentazione condotte o promosse prima in collaborazione tra CRA-SEL e Compagnia delle Foreste (CdF) e poi dall'Associazione Arboricoltura da Legno Sostenibile per l'Economia e l'Ambiente (AALSEA) e CdF. Con questo contributo si descriverà, in estrema sintesi, il percorso che, partendo dai problemi individuati e basandosi su alcuni criteri di fondo, ha portato alla realizzazione di aree sperimentali e ai primi risultati di Piantagioni Policicliche a Termine (Piantagioni PT) (Buresti Lattes *et al.*, 2001) e alla realizzazione di Piantagioni Policicliche Potenzialmente Permanenti (Pianta-

gioni 3P) (Buresti Lattes e Mori, 2009; Buresti Lattes *et al.*, 2014).

2. Problemi

2.1 Finanziari e tecnici

2.1.1 Costi per potature

Nelle piantagioni a ciclo medio lungo la messa a dimora di un numero elevato di piante potenzialmente in grado di produrre legname di pregio ha come conseguenza la necessità di effettuare potature anche su soggetti che nel corso del ciclo produttivo dovranno essere eliminati con uno o più diradamenti. La potatura di piante che non arriveranno a produrre assortimenti commerciali rappresenta un costo inutile che avrà un peso importante nel bilancio finanziario della piantagione da legno. Tale problema non è presente invece nella pioppicoltura tradizionale e nella produzione di biomasse a cicli brevissimi.

2.1.2 Costi per lavorazioni

Le lavorazioni del terreno, da effettuare 1-3 volte all'anno in funzione dell'area in cui si trova la piantagione, rappresentano un costo importante della gestione. Nei pioppeti condotti in maniera tradizionale devono essere protratte per 8-10 anni, cioè quasi per tutto il ciclo produttivo, poiché è necessario contenere lo sviluppo di alcuni patogeni che svolgono una parte del loro ciclo vitale nell'erba. Per le piantagioni di AdL a ciclo medio-lungo è invece necessario effettuare 3-5 anni di lavorazioni per contenere la competizione delle erbe infestanti nei confronti delle Piante Principali.

2.1.3 Costi per diradamenti

Una delle caratteristiche del legname di pregio è quella di avere accrescimenti diametrici costanti. Per ottenere tale risultato è necessario che le piante che arriveranno a

fine ciclo producendo i ricavi attesi (Piante Principali) possano sviluppare la loro chioma senza subire l'influenza negativa delle piante limitrofe.

Nel corso dell'applicazione del Reg. CEE 2080/92 e del PSR 2000-2006 la maggior parte degli impianti è stata realizzata con piante poste a 5 o 6 m di distanza (25-36 m² per pianta, cioè da 400 a 277 piante ha⁻¹).

Dal momento che per arrivare a diametri commerciali compresi tra 35 e 45 cm sono necessarie superfici comprese tra 81 e 144 m², se ne deduce che da un ettaro di terreno, sfruttando al massimo le potenzialità di sviluppo delle varie specie, non è possibile ottenere più di 69-123 Piante Principali. Da qui la necessità di eliminare, negli impianti più densi, tra il 54 e l'82% delle piante presenti, con diradamenti che si sono sempre rivelati finanziariamente negativi.

Tale problema non riguarda né la pioppicoltura tradizionale né la produzione di biomassa con cicli brevissimi.

2.1.4 Tempi lunghi tra costi e ricavi

Affinché l'Arboricoltura da Legno possa divenire una vera risorsa economica, non solo per gli arboricoltori, ma per tutta la collettività, è necessario che le piantagioni arboree siano in grado di produrre reddito in quantità adeguata alle aspettative dell'arboricoltore e senza il sostegno finanziario pubblico.

Partendo da questo assunto è importante valutare oltre ai risultati tecnici delle piantagioni, anche quelli finanziari, non solo i ricavi quindi, ma anche il peso dei costi posticipati a fine ciclo produttivo.

Ecco quindi che assumono particolare importanza la lunghezza del ciclo produttivo e la sequenza secondo cui si distribuiscono nel tempo costi e ricavi. In linea di principio, più breve è il periodo intercorrente tra costo e ricavo e migliore potrà essere il risultato finanziario.

Per avere un'idea del peso che può assumere ogni euro speso in funzione del tempo durante il quale è necessario anticiparlo in attesa del ricavo, basti osservare il grafico riportato in figura 1. Da qui, considerando gli attuali valori di mercato del materiale legnoso che è possibile produrre e i costi di produzione, risulta evidente che può essere molto difficile ottenere un bilancio finanziario positivo con cicli superiori a 35-40 anni.

2.1.5 Scarsa differenziazione nell'offerta di prodotti

La quasi totalità dell'arboricoltura da legno realizzata in Italia negli ultimi decenni è stata possibile solo grazie al sostegno finanziario pubblico.

La Commissione Europea ha tuttavia pesantemente influenzato l'evoluzione dell'arboricoltura da legno, concedendo sì un sostegno, ma distinto per AdL a ciclo medio-lungo (maggiore di 15 anni oggi portati a 20), pioppo a ciclo breve (8-12 anni) e biomassa a ciclo brevissimo (da 1-2 a 5-7 anni) e quindi imponendo sostanzialmente di scegliere in quale categoria produttiva cimentarsi. Ciò, se semplifica il lavoro di controllo da parte dei funzionari pubblici, semplifica anche l'offerta commerciale dell'arboricoltore, che ha così grosse difficoltà sia a seguire la mutevole domanda del mercato, sia a diversificare l'offerta in mercati di differente scala geografica.

2.2 Tecnici

Distanze non definitive (potature di troppo e diradamenti costosi). Chi ha realizzato piantagioni a ciclo medio-lungo a distanze non definitive (es. con piante a 5 o a 6 m di distanza), si è trovato a dover potare un ingente numero di piante che poi ha dovuto eliminare con gli inevitabili diradamenti.

Nel momento in cui non ha effettuato i diradamenti ha accettato implicitamente la perdita di valore del materiale prodotto a causa dell'irregolarità degli accrescimenti e un forte allungamento del ciclo produttivo. Tale problematica non riguarda le piantagioni a ciclo breve e brevissimo.

2.2.1 Distanze definitive (lento sfruttamento della superficie produttiva)

Chi, in tempi relativamente recenti (PSR 2007-2013) ha collocato piante a ciclo medio-lungo a distanze definitive ha potuto osservare che gran parte della superficie produttiva non verrà utilizzata dalla Piante Principali per molti anni, in certi casi per qualche decennio. In questo modo si perde quindi per un lungo periodo un'opportunità produttiva. Tale problematica non riguarda le piantagioni a ciclo breve e brevissimo.

2.2.2 Accrescimenti diametrici deboli e irregolari

Nelle piantagioni a ciclo medio-lungo, le elevate densità e la mancata esecuzione dei diradamenti, hanno avuto come conseguenza una marcata riduzione degli accrescimenti diametrici. Ciò ha determinato, oltre al declassamento del legname prodotto, un allungamento del ciclo produttivo e un conseguente maggior peso dei costi sostenuti nel bilancio finanziario.

2.2.3 Rigidità progettuale

Il forte vincolo dell'arboricoltura monociclica, cioè di quella che vede finanziato un solo tipo di ciclo produttivo, è legato all'impossibilità di sfruttare sia tutta la superficie produttiva, sia la vantaggiosa sinergia tra piante con diverse esigenze e rapidità di sviluppo.

2.3 Ambientali

2.3.1 Forte impiego di fitofarmaci

La pioppicoltura, nonostante la selezione di nuovi cloni, è rimasta molto legata al clone I-214, più richiesto e meglio pagato dal mercato. Ciò ha comportato una progressiva diffusione delle patologie di questo clone e un incremento della necessità di effettuare differenti trattamenti fitosanitari, spesso somministrati a calendario, per 3-6 volte all'anno, per tutto il ciclo produttivo.

Alcuni trattamenti vengono somministrati anche alle piantagioni di pioppo per la produzione di sola biomassa a ciclo brevissimo, mentre, generalmente, non vengono effettuati trattamenti sulle specie a ciclo medio-lungo. L'impiego di fitofarmaci ha conseguenze sulla qualità dell'aria e dell'acqua.

2.3.2 Forte intensità di lavorazione del terreno

Le piantagioni di pioppo, come accennato in precedenza, sono tradizionalmente sottoposte a lavorazioni del terreno durante tutto il ciclo produttivo. Ciò ha come conseguenza emissione di gas clima alteranti. Tale impatto

riguarda anche i primi 4-5 anni della conduzione delle piantagioni di AdL a ciclo medio-lungo.

2.3.3 Impiego di fertilizzanti

L'impiego di fertilizzanti durante il ciclo produttivo riguarda le piantagioni di pioppo condotte in maniera tradizionale. Tale pratica ha come conseguenza ambientale l'inquinamento dei corsi d'acqua e l'impiego dell'energia necessaria alla loro produzione e somministrazione che si traduce in emissioni di CO₂.

2.3.4 Impiego di acqua per irrigazione

Molti pioppicoltori, soprattutto con impianti in aree golenali o in prossimità di corsi d'acqua, irrigano le loro piantagioni ogni volta che la piovosità risulta insufficiente per le esigenze della piantagione. Ciò influisce sul ciclo dell'acqua e sulle emissioni di carbonio causate dall'impiego di pompe alimentate da combustibili fossili. Tale pratica non è usuale per le piantagioni di AdL a ciclo medio-lungo e per la biomassa a ciclo brevissimo.

2.3.5 Rapida ri-emissione della CO₂ stoccata nel suolo

Quando gli impianti moniciclici giungono al termine del periodo di produzione vengono sottoposti a taglio raso, depeppatura e successiva lavorazione del suolo.

Ciò determina la rapida volatilizzazione del carbonio immagazzinato nel suolo e il suo ritorno in atmosfera. Tale effetto influisce sul contenimento dei cambiamenti climatici in atto.

2.3.6 Azzeramento degli habitat

Durante gli anni, o i decenni, necessari ad una piantagione di AdL per giungere al termine del proprio ciclo produttivo si creano, all'interno dell'impianto, habitat per insetti, uccelli, anfibi o micro mammiferi. L'utilizzazione finale di piantagioni monicicliche con taglio raso, depeppatura e lavorazione del suolo, ha come conseguenza la scomparsa degli habitat creati come effetto scia della piantagione.

2.3.7 Brusco cambiamento nel paesaggio percepito

L'utilizzazione finale di un impianto moniciclico determina un brusco cambiamento nel paesaggio percepito dalla popolazione locale in termini di linea dell'orizzonte, masse e colori.

2.3.8 Brusco cambiamento nel microclima locale

Ogni piantagione arborea influisce in maniera più o meno marcata, a seconda di densità, estensione e composizione, sul microclima locale. L'utilizzazione finale di un impianto moniciclico determina un brusco cambiamento del microclima.

3. Criteri e strategie

L'individuazione dei problemi descritti poco sopra ha spinto prima CRA-SEL e CdF e successivamente AALSEA e CdF, a definire e sperimentare strategie capaci di risolverli attraverso un nuovo modo di progettare e gestire le piantagioni da legno. Di seguito si indicano i principali criteri adottati di cui il decimo vale

solo per le Piantagioni Policicliche Potenzialmente Permanenti (Piantagioni 3P).

Criterio 1: Avvantaggiarsi delle dinamiche naturali di competizione positiva (per l'uomo) tra piante di specie diverse e della capacità di alcune specie arboree o arbustive di fissare azoto.

Criterio 2: Cercare di sfruttare al massimo la superficie produttiva mettendo a dimora, nella stessa unità di gestione, piante di specie caratterizzate da:

- ritmo di accrescimento nettamente diverso (ciclo medio-lungo, breve e/o brevissimo);
- esigenze di luce differenti (sciafile sotto la parziale copertura di eliofile);
- apparati radicali superficiali e apparati radicali profondi, in modo da esplorare strati diversi del suolo.

Criterio 3: Cercare di differenziare la produzione nel tempo e nella tipologia di assortimenti per ridurre i rischi commerciali.

Criterio 4: Impiegare piante di specie diverse, distribuite in maniera uniforme o per gruppi, in modo da ostacolare la diffusione di patologie.

Criterio 5: Definire già in fase progettuale lo spazio che sarà necessario alle Pianta Principali di ogni specie per raggiungere il diametro commerciale atteso, in modo da collocarle a dimora a distanze reciproche tali da non dover essere abbattute con un diradamento prima di averlo raggiunto.

Criterio 6: Ridurre al massimo il numero di Pianta Accessorie sostituendole ogni volta che è possibile con Pianta con Doppio Ruolo.

Queste sono piante di specie, generalmente a rapido accrescimento, che, se collocate ad opportuna distanza dalle Pianta Principali, sono capaci contemporaneamente di esercitare una competizione positiva e di produrre reddito prima che la competizione possa divenire negativa.

Criterio 7: Realizzare impianti densi, in modo da coprire rapidamente il suolo con le chiome, controllare le infestanti e creare un microclima favorevole al miglior controllo del ciclo dell'acqua e al contenimento degli effetti del vento.

Criterio 8: Scegliere le specie e collocare a dimora il postime in modo che ogni pianta abbia un ruolo ben preciso nella dinamica bioecologica dell'impianto e contemporaneamente "paghi il posto che occupa", cioè crei condizioni di vantaggio in termini di maggiore produzione o facilitazione nella conduzione.

Criterio 9: Concedere alle chiome delle Pianta Principali e a quelle con Doppio Ruolo, una piena illuminazione attraverso interventi graduali di utilizzazione o di diradamento. Tale gradualità sarà dettata dalla necessità di avvantaggiarsi, quanto più a lungo possibile, delle favore-

voli condizioni di copertura delle chiome.

Criterio 10: Effettuare, nelle Piantagioni 3P, sempre e solo utilizzazioni parziali, in modo da contenere la perdita di CO₂ immagazzinata nel suolo, la scomparsa di habitat, le brusche variazioni del paesaggio e del micro-clima.

4. Sperimentazione

Tenendo conto dei problemi e dei principi sopra descritti e facendo tesoro delle esperienze sperimentali del CRA-SEL maturate dai primi impianti del 1978 (Buresti, 1984), dal 1997 si è cominciato a sperimentare piantagioni policicliche (Buresti Lattes e Mori, 2006; Buresti Lattes *et al.*, 2008).

Sono state così realizzate le prime aree sperimentali a Casal Buttano (CR), circa 25 ha nel 1997, e a San Matteo delle Chiaviche (MN) di circa 60 ha a partire dal 1998. Altre 5 aree sono state attivate successivamente, tre delle quali sempre nella zona di San Matteo delle Chiaviche (MN) per altri 17 ha, e 2 in prossimità di Legnago (VR) per circa 53 ha complessivi (2012-2014). Di quest'ultimi circa 48 ha (25 in pieno campo e 45 km di filari) fanno parte del LIFE+ InBioWood (LIFE12 ENV/IT/000153), progettato e sviluppato da Compagnia delle Foreste e AALSEA. Ogni impianto AALSEA è seguito da un responsabile scientifico che ha il compito di controllare lo sviluppo dell'impianto ed effettuare i rilievi necessari a verificare la rispondenza tra tesi definite in fase progettuale e risultati di campo. L'attività precedente ad AALSEA e quella sviluppata dall'Associazione stessa hanno permesso di evidenziare i primi risultati descritti nel paragrafo successivo.

5. Primi risultati

5.1 Finanziari e tecnici

5.1.1 Ridotti i costi per potature

Nelle Policicliche a Termine (Piantagioni PT) si sono ridotti i costi di potatura di un'entità compresa tra il 24 e l'82% rispetto agli impianti di AdL a ciclo medio lungo con piante della stessa specie collocate tra 5 e 7 m di distanza. In sostanza tutte le piante che vengono potate possono arrivare alla fine del loro ciclo produttivo; le altre non devono essere potate poiché hanno un altro ruolo.

5.1.2 Ridotti i costi per lavorazioni

Le lavorazioni del terreno, da effettuare 1-3 volte all'anno in funzione dell'area in cui si trova la piantagione sono limitate ai primi 3-4 anni; successivamente la copertura delle chiome impedisce lo sviluppo di erbe infestanti. Ciò consente di risparmiare circa 5-6 anni di lavorazioni rispetto alla pioppicoltura classica.

5.1.3 Ridotti i costi per diradamenti

Nelle Piantagioni PT e nelle Piantagioni 3P non è quasi mai necessario effettuare diradamenti onerosi, ma solo utilizzazioni, attraverso le quali si concede nuovo spazio alle chiome delle piante a ciclo più lungo. L'arboricoltore è spinto ad effettuare le utilizzazioni al

momento giusto poiché da tale intervento potrà trarre reddito in anticipo rispetto al ciclo più lungo.

5.1.4 Ridotti i tempi tra costi e ricavi

La presenza di Piante Principali a ciclo breve e/o brevissimo consente di accorciare di molti anni la distanza temporale tra costi e ricavi, riducendo sensibilmente il peso dei primi sul bilancio finanziario della piantagione.

5.1.5 Aumentata la differenziazione nell'offerta di prodotti

La contemporanea presenza di piante di specie differenti, con obiettivi produttivi diversi (es. noce da trancia, pioppo da sfoglia e platano da biomassa) consente di entrare in mercati locali, regionali, nazionali, differenziando l'offerta dell'arboricoltore nel tempo.

5.1.6 Accrescimenti diametrici forti e regolari

Nelle piantagioni policicliche, grazie al fatto che le chiome delle piante principali sono sempre ben illuminate e che il microclima interno all'impianto è favorevole alla loro crescita, si ottengono accrescimenti forti e relativamente costanti fino al limite fisiologico consentito dalla specie. Nelle piantagioni sperimentali AALSEA di San Matteo delle Chiaviche, i noci di 17 anni hanno già superato il diametro medio di 31 cm con valori massimi di oltre 35 cm, senza che siano stati irrigati o concimati (Fig. 2).

5.1.7 Maggiore flessibilità progettuale e migliore sfruttamento della superficie produttiva

Le piantagioni policicliche mostrano come sia possibile combinare piante di specie che hanno differente rapidità di accrescimento in modo da aumentare la produttività a parità di tempo. Ad esempio, dove prima si potevano ottenere 100 piante di noce ad ettaro adesso è possibile ottenere 100 piante di noce e 100 piante di pioppo, senza che nessuna delle due specie subisca la competizione negativa dell'altra. In altre tipologie di piantagione policiclica, soprattutto in Piantagioni 3P, è possibile combinare anche 3 differenti cicli produttivi aggiungendo anche la biomassa a ciclo brevissimo (5-7 anni).

5.2 Ambientali

5.2.1 Ridotto impiego di fitofarmaci

Nelle Piantagioni PT, alla fine del ciclo produttivo dei cloni di pioppo (I-214, Neva, Adda e Lena), sono state somministrate bassissime quantità di fitofarmaci. In un caso sono stati fatti 2 trattamenti il primo anno, 1 il secondo anno a titolo preventivo e poi più nulla. Negli altri casi non sono stati fatti trattamenti poiché non sono emerse patologie sufficientemente gravi. Si ipotizza che la mescolanza di specie e il basso grado di competizione per la luce da parte dei pioppi possa aver giocato a favore di tale risultato.

5.2.2 Ridotta intensità di lavorazione del terreno

La bassa intensità di lavorazione del terreno, limitata ai primi 3-4 anni, ha consentito di ridurre l'impronta carbonica legata alle emissioni delle macchine agricole (Chiarabaglio *et al.*, 2014).

5.2.3 Nessun impiego di fertilizzanti

Nelle piantagioni policicliche non è stato fatto uso di fertilizzanti nel corso del ciclo produttivo, ma ci si è avvantaggiati esclusivamente della scelta di inserire specie arboree e arbustive azotofissatrici.

5.2.4 Nessun impiego di acqua per irrigazione

Nessuna irrigazione è stata effettuata a favore dei pioppi presenti nelle piantagioni policicliche. Ciò non ha inciso sullo sviluppo delle piante che hanno mostrato accrescimenti forti fino al 10°-11° anno, momento in cui sono stati utilizzati. All'epoca dell'utilizzazione il diametro medio dei pioppi, a parità di lunghezza del ciclo produttivo rispetto alla tecnica tradizionale, era di 45,2 cm a 130 cm da terra.

5.2.5 Contenuta la ri-emissione della CO₂ stoccata nel suolo.

Nelle Piantagioni 3P è previsto che le utilizzazioni siano sempre parziali e che quindi parte del terreno rimanga protetta dalle chiome delle piante che ancora devono concludere il proprio ciclo produttivo. Ciò riduce la possibilità che tutta la CO₂ immagazzinata nel suolo ritorni in atmosfera in pochi mesi.

5.2.6 Attenuate le perturbazioni ad habitat e paesaggio

Nelle Piantagioni 3P l'utilizzazione parziale consente di contenere le perturbazioni agli habitat e al paesaggio percepito. Per lo stesso motivo anche il micro-

clima locale subisce una perturbazione inferiore rispetto agli impianti tradizionali.

6. Conclusioni

Le piantagioni policicliche, dal momento che si avvantaggiano delle dinamiche naturali, possono essere considerate piantagioni da legno di tipo naturalistico. Inoltre sono caratterizzate dalla mescolanza di molte specie, da una struttura multiplana, da una gestione che può portare ad una produzione continua, da una permanenza potenziale degli alberi sullo stesso appezzamento di terreno e da una compatibilità ambientale maggiore rispetto agli impianti tradizionali. Per quanto appena elencato e per il tipo di gestione che richiedono le piantagioni policicliche avvicinano molto l'arboricoltura alla selvicoltura.

I primi risultati a cui si è accennato con questo contributo sono frutto delle attività di CRA-SEL, Compagnia delle Foreste ed AALSEA, così come dei molti Enti di Ricerca, Amministrazioni Pubbliche e imprenditori privati con cui tali soggetti hanno collaborato.

Questi risultati, che a breve verranno rafforzati da nuovi dati ed elaborazioni di AALSEA e dei ricercatori coinvolti nell'Associazione, sono la base su cui fondare un nuovo modo di fare arboricoltura da legno. Tuttavia le esigenze di conoscenza e le potenzialità di un sistema così flessibile e complesso sono ancora molte e grandi sono gli spazi inesplorati.

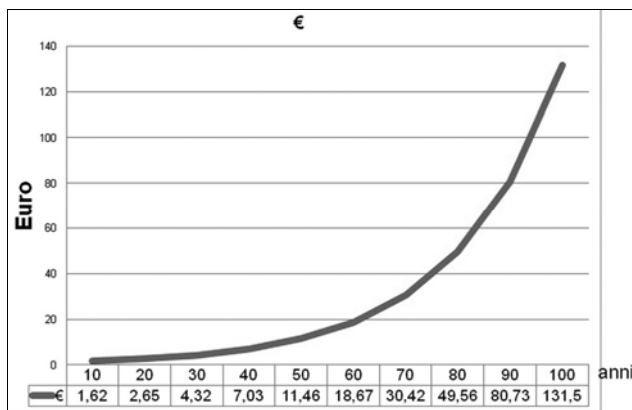


Figura 1. Valore di 1 € di costo posticipato nel tempo con un saggio d'interesse del 5%, ipotizzato come costo medio del denaro che l'arboricoltore deve anticipare.

Figure 1. Value of 1 € cost deferred in time with interest rate of 5%, as assumed average cost of money that the tree farmer must anticipate.



Figura 2. Noce di 17 anni, con circonferenza di 116 cm (36,9 cm di diametro) cresciuto in una Piantazione PT in cui è già stato utilizzato il pioppo.

Figure 2. Walnut 17 years old, with a circumference of 116 cm (diameter 36.9 cm) grew up on a PT plantation where the poplar was already cut

SUMMARY

Polycyclic Plantation: narrow the gap between tree farming and forest

Since the 90s of last century, the traditional tree farming for wood production in Italy has been shown some financial, technical and environmental problems. Since the second half of the 90s, researches and experimentations were started to solve these limits. This paper describes the brief overview of the main problems identified, the criteria and strategies adopted to solve them and the first results obtained.

BIBLIOGRAFIA

- Buresti E., 1984 – *Il restauro forestale delle discariche minerarie dell'ENEL: miniera di S. Barbara nel Valdarno*. Annali Istituto Sperimentale per la Selvicoltura (AR), Vol. XV, pp. 155-171.
- Buresti Lattes E., Mori P., Ravagni S., 2001 – *Piantagioni miste con pioppo e noce comune: vantaggi e svantaggi di una scelta complessa*. Sherwood, Foreste ed Alberi Oggi, Compagnia delle Foreste (AR), 71: 11-17.
- Buresti Lattes E., Mori P., 2006 – *Legname di pregio e biomassa nella stessa piantagione*. Sherwood, Foreste ed Alberi Oggi, Compagnia delle Foreste, 127: 5-10.
- Buresti Lattes E., Cavalli R., Ravagni S., Zuccoli Bergomi S., 2008 – *Impianti policiclici di Arboricoltura da legno: due esempi di progettazione e utilizzazione*. Sherwood, Foreste ed Alberi Oggi, Compagnia delle Foreste, 139: 37-39.
- Buresti Lattes E., Mori P., 2009 – *Impianti policiclici permanenti: l'arboricoltura da legno si avvicina al bosco*. Sherwood, Foreste ed Alberi Oggi, Compagnia delle Foreste, 150: 5-8.
- Buresti Lattes E., Mori P., Ravagni S., 2014 – *The Permanent polycyclic Plantation: narrowing the gap between tree farming and forest*. In: Genetic consideration in ecosystem restoration using native tree species. Food Agriculture Organization of the United Nation (FAO), pp. 188-194.
- Chiarabaglio P.M., Allegro G., Rossi A.E., Savi L., 2014 – *Studi sulla sostenibilità della pioppicoltura in Lombardia*. Sherwood, Foreste ed Alberi Oggi, Compagnia delle Foreste, 206: 5-8.
- Colletti L., 2001 – *Risultati dell'applicazione del Rer. CEE 2080/92 in Italia*. Sherwood, Foreste ed Alberi Oggi, Compagnia delle Foreste, 70: 5-9.
- Facciotto G., 2012 – *Storia della SRF e suo sviluppo in Italia*. Progetti di ricerca SUSCACE e FAESI: recenti acquisizioni scientifiche per le colture energetiche, pp. 26-30, Supplemento di Sherwood, Foreste ed Alberi Oggi, Compagnia delle Foreste, 183: 26-30.

PRODUZIONE VIVAISTICA FORESTALE E POTENZIALITÀ APPLICATIVE DEL “TARGET PLANT CONCEPT”

Barbara Mariotti¹, Alberto Maltoni¹, Andrea Tani¹

¹Dipartimento di Gestione dei Sistemi Agrari, Alimentari e Forestali (GESAAF), Università degli Studi di Firenze, Firenze, Italy; andrea.tani@unifi.it

La produzione vivaistica forestale italiana si è concentrata, per gran parte del secolo scorso, sulla produzione di grandi quantità di piantine, quasi sempre conifere, da destinare alle urgenti azioni di riforestazione di aree montane degradate. In periodi più recenti, a partire dagli anni '80, le politiche forestali comunitarie e nazionali hanno individuato come prioritarie le piantagioni a scopo produttivo con latifoglie a legname di pregio, da realizzarsi in collina in ex aree agricole. Hanno assunto rilevanza anche azioni volte al recupero di cave, alla ricostituzione di boschi planiziari, alla mitigazione del rischio di desertificazione, ecc. Ciò descrive uno scenario di nuove tipologie di intervento per le quali necessita la disponibilità di postime di qualità superiore rispetto a quello prodotto in passato. In tal senso a partire dal 2000 il GESAAF dell'Università di Firenze ha avviato programmi sperimentali per la definizione di modelli colturali vivaistici volti al miglioramento della qualità del materiale di propagazione. Queste sperimentazioni si sono basate sul principio del “Target Plant Concept” (TPC). Tale concetto, proposto a livello internazionale, ha come scopo l'ottenimento di piantine con peculiari caratteristiche che le rendano adatte al contesto ambientale e idonee agli scopi per cui la piantagione viene effettuata. Gli A.A. riferiscono sullo stato attuale della ricerca nel settore, con particolare attenzione allo studio degli effetti di contenitori sperimentali e di nuova concezione sullo sviluppo dei vari comparti della pianta, aereo e radicale, valutando poi la qualità complessiva a seguito di “field performance”.

Parole chiave: postime di vivaio, qualità del postime, arboricoltura di qualità, contenitori innovativi.

Keywords: forest nursery stock, forest stocktype quality, high quality productive plantations, innovative containers.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-bm-pro>

1. Introduzione

Lo scopo del presente contributo è quello di fare il punto sull'attualità della vivaistica forestale seguendo un percorso storico di circa un secolo. Le produzioni vivaistiche forestali, e le conseguenti campagne di rimboschimento, hanno giocato un ruolo di primaria importanza nel contribuire al riassetto idrogeologico di tanta parte del nostro territorio montano e a superare gravi problematiche sociali nei periodi successivi ai due conflitti mondiali. La situazione attuale è condizionata da una grande attenzione verso interventi di forestazione che perseguono obiettivi diversi dal passato (produttivi, recupero ambientale dopo incendio o in aree a rischio desertificazione, fitorimedio contro l'inquinamento, ecc.) che necessitano di un prodotto vivaistico di elevata qualità. A tal fine verrà introdotto il concetto del *Target Plant* che, con riconoscimento internazionale, promuove la qualità del prodotto forestale di vivaio secondo un insieme di criteri di produzione modificabili e migliorabili grazie ad un rapporto di collaborazione tra vivaisti, da un lato, ed esecutori e gestori di impianti, dall'altro. Infine si sintetizzeranno metodologie e risultati di attività di ricerca condotte dal GESAAF dell'Università di Firenze, mirate alla produzione di

postime di vivaio da dedicare a piantagioni a finalità produttiva (arboricoltura da legno e *agroforestry*).

2. La vivaistica forestale in Italia

La vivaistica forestale italiana è stata, storicamente, influenzata dalle diverse esigenze sociali, ambientali ed economiche che hanno caratterizzato il nostro Paese a partire dagli anni '30 del secolo scorso. A quel tempo il principale compito dei forestali era quello di procedere al rimboschimento di vaste aree degradate della montagna italiana per combattere un diffuso dissesto idrogeologico del territorio. Nel contempo tali azioni avevano il non secondario vantaggio di generare una importante opportunità di lavoro per le popolazioni montane. Occorrevano quindi grandi quantità di piantine da rimboschimento ed a questo provvedevano numerosi vivai pubblici che fornivano gratuitamente il loro prodotto, come previsto da quasi tutte le Leggi forestali succedutesi fino agli anni '60. Tale procedura ha di fatto azzerato l'interesse del comparto vivaistico privato riguardo alla produzione di piantine per fini forestali con effetti che perdurano a tutt'oggi.

Le produzioni vivaistiche prendevano in considerazione specie colonizzatrici, ovviamente più adatte ad essere

impiegate in aree denudate e su suoli molto erosi, talvolta quasi assenti. Tra queste specie vennero preferite le conifere ed in particolare il *Pinus nigra* Arn. e le sue entità sottospecifiche *austriaca* e *laricio*. Si trattava di produrre grandi quantità di postime, di basso costo unitario, a radice nuda, facile da trasportare (quasi sempre manualmente) nelle zone di piantagione e da collocare a dimora ad elevate densità al fine di dare il più prontamente possibile copertura al suolo. Dagli anni '70, grazie alla lungimiranza delle politiche forestali e all'impegno profuso nei rimboschimenti, la necessità di riforestare la montagna italiana era divenuta meno pressante e molti vivai forestali cessarono le loro attività. L'interesse verso le piantagioni con specie forestali riprende negli anni '80 a seguito di politiche comunitarie che individuano l'eccedenziarietà di alcune produzioni agricole e ne promuovono la sostituzione con l'impianto di colture legnose di qualità, mettendo a disposizione interessanti contributi finanziari. Nelle direttive UE si fa specifico riferimento all'impiego di latifoglie indigene a legname pregiato (noce, ciliegio, farnia, rovere, frassino maggiore, ecc.). I vivai forestali pubblici rimasti in attività tentarono di far fronte alle nuove necessità ma spesso l'urgenza di avere disponibilità immediata di postime ha fatto sì che si ricorresse all'impiego di piantine prodotte in Francia, Olanda, ecc. I vivai italiani affrontarono la produzione di postime di queste specie adattando le metodologie produttive, consolidate in passato, a specie e obiettivi totalmente diversi.

A distanza di qualche decennio dalle prime piantagioni si osserva, purtroppo frequentemente, il non felice esito di queste. Tra le varie cause che hanno determinato questi fallimenti vengono spesso chiamati in causa la inadeguatezza sia della qualità colturale sia della qualità genetica (genotipi alloctoni di non provata adattabilità) del materiale di propagazione impiegato (Tani *et al.*, 2007a). Risultati fallimentari imputabili a cause analoghe si sono registrati anche all'estero (Jacobs *et al.*, 2005; Salifu e Jacobs, 2006).

Attualmente in contesto nazionale ed internazionale la qualità del prodotto vivaistico assume sempre più importanza (Rose *et al.*, 1990; Pinto *et al.*, 2011; Oliet e Jacobs, 2012) e non solo per interventi con finalità produttive ma anche per azioni di forestazione per scopi diversi e molto specifici come recupero di aree fortemente degradate (cave, discariche, ecc.), ricostituzione di boschi planiziari ed azioni atte a contrastare gli effetti di degradazione ad opera della desertificazione (Maltoni *et al.*, 2010).

3. Nuove concezioni di vivaistica forestale

La qualità del materiale di propagazione può essere sinteticamente definita come "l'idoneità allo scopo" (Ritchie, 1984) ovvero la capacità delle piantine, una volta collocate a dimora, di mostrare una elevata efficienza nel superare velocemente lo stress da trapianto e manifestare il prima possibile le caratteristiche desiderate in funzione dell'obiettivo dell'intervento e dei contesti ambientali di impianto (Duryea, 1985; Mattsson, 1997). A livello internazionale quindi si è da tempo diffusa la concezione che la buona qualità del materiale

vivaistico non ha una validità assoluta, ma è relativa all'obiettivo per il quale la piantagione viene realizzata ed al contesto ambientale in cui questa viene eseguita (Pinto *et al.*, 2011; Oliet e Jacobs, 2012). Se a queste considerazioni ne aggiungiamo altre come la corretta valutazione dell'idoneità genetica del materiale di propagazione (specie, entità sottospecifica), del sistema di propagazione perseguito (seme, talea, semenzale o trapianto) nonché degli strumenti, dei metodi e dei tempi che caratterizzeranno le operazioni di piantagione, si delinea il quadro dei principali aspetti che definiscono il *Target Plant Concept* (TPC; Rose *et al.*, 1990; Landis, 2011; Pinto *et al.*, 2011). Nella Fig. 1 si riportano schematicamente gli otto punti fondamentali del TPC (Landis, 2011).

Per quanto riguarda la valutazione della qualità del materiale prodotto si pone l'accento sul fatto che questa debba essere stimata soprattutto sulla base della riuscita in campo; pertanto il TPC prevede che i vivaisti e coloro che utilizzano le piantine prodotte e gestiscono l'impianto abbiano un continuo scambio di informazioni in modo da poter implementare i protocolli di coltivazione (Fig. 2). Affinché questo possa avvenire occorre avere una dettagliata descrizione delle caratteristiche del postime prodotto al fine di correlarle con la riuscita in campo (Burdett, 1979; Rose *et al.*, 1990; Wilson e Jacobs, 2006). Questo aspetto risulta particolarmente importante nell'impostazione di protocolli sperimentali nei quali tipologie di postime - diversificate per tipo e dimensione di contenitore, formule di concimazione, densità e durata dell'allevamento in vivaio, ecc. - vengono valutate in funzione della loro risposta in campo (Pinto *et al.*, 2011).

La caratterizzazione del postime di vivaio, ritenuta di basilare importanza nelle procedure TPC, si è evoluta nel tempo. Fino dai primi decenni del secolo scorso era già nota l'influenza di caratteristiche morfologiche del postime sulla riuscita dei rimboschimenti. Ancora oggi i rilievi su piantine di vivaio riguardano: altezza della parte epigea, diametro al colletto, peso secco della biomassa epigea, ipogea e/o totale. Più raramente, e più di recente, vengono rilevate anche variabili dell'apparato radicale quali larghezza, profondità, articolazione, ecc. Wakeley (1954) dopo anni di prove sulla qualità del postime sostiene che la valutazione delle sole caratteristiche morfologiche risulta spesso insufficiente nel predire le *performance* in campo. La valutazione della qualità si estende quindi ad altre caratteristiche quali il grado di lignificazione dell'apice del fusto e la completa dormienza delle gemme, soprattutto per i materiali a radice nuda che dopo l'estrazione dal vivaio necessitano di conservazione in celle refrigerate e che nelle fasi di trasporto e manipolazione prima della piantagione possono subire danni di vario tipo. Negli anni '50 viene proposto un nuovo test (*Root Growth Capacity*), ancora oggi frequentemente applicato, basato sulla forte correlazione tra la capacità dei semenzali di emettere nuove radici in condizioni controllate e un loro rapido attecchimento e sviluppo in campo. Negli anni '70 - '80 sono stati sviluppati ulteriori test che considerano aspetti fisiologici delle piante, quali: *Electrolyte Leakage*, analisi dello stato e allocazione dei nutrienti, relazioni

con l'acqua (es. contenuto di umidità delle radici, potenziale idrico), emissione di sostanze volatili a seguito di stress indotti, ecc. Tra i test fisiologici di più recente introduzione i più utilizzati riguardano il contenuto di clorofilla e la fluorescenza della clorofilla. Tali test risultano molto utili nell'individuare situazioni di stress delle piante e contribuiscono specialmente se associati ad altri rilievi morfologici all'individuazione di parametri utili a definire la qualità del prodotto vivaistico relativizzata, ovviamente, a definiti obiettivi e contesti ambientali.

Attualmente, a livello internazionale, si svolge una intensa attività scientifica volta alla valutazione e al miglioramento della qualità del postime forestale da destinare a piantagioni con finalità diversificate.

4. La sperimentazione sulla produzione vivaistica di qualità per piantagioni a scopo produttivo

La sperimentazione condotta dal GESAAF ha avuto inizio circa dieci anni fa ed è finalizzata all'ottenimento di materiale di propagazione di elevata qualità destinato a piantagioni per la produzione di legname di pregio.

Le attività sono state finanziate da Enti regionali (Regione Piemonte, Regione Veneto e Regione Lombardia) fortemente interessati, da un lato, a migliorare la produzione vivaistica dei loro vivai pubblici e, dall'altro, ad ottenere un maggiore successo dalle piantagioni realizzate con finanziamento pubblico ricorrendo ad un materiale di vivaio più efficiente di quello impiegato fino a quel momento. Ci si è trovati ad operare in vivai nei quali, così come accade più in generale a livello nazionale, si prevede abitualmente una sola linea produttiva per ogni singola specie a prescindere da possibili diverse destinazioni e finalità, in contrasto quindi con il TPC.

Preliminarmente si è proceduto all'analisi delle metodologie più utilizzate per la produzione di piantine forestali ed a valutare le caratteristiche morfologiche delle piante ottenute. Si trattava di piante prodotte a radice nuda o in contenitori tradizionali (per lo più ISSA-pot®) secondo catene produttive mutate dalla classica vivaistica forestale focalizzata sulla produzione di piantine di modeste dimensioni, di basso costo, da destinate al rimboschimento classico. Le specie oggetto di indagine sono state quelle più comunemente utilizzate in impianti di arboricoltura da legno di qualità come: noce comune, ciliegio, farnia, rovere e frassino maggiore. Purtroppo si tratta di specie per le quali a livello italiano gli operatori non possono, all'atto pratico, disporre di materiale geneticamente migliorato o tener conto delle informazioni sulla loro variabilità intraspecifica. La valutazione della qualità del materiale si è basata sui risultati di prove di campo ponendosi come obiettivo la selezione, su base morfologica, all'interno del prodotto ordinario, del postime più adatto per la realizzazione di piantagioni produttive. La *field performance* è stata valutata in termini di attecchimento, accrescimento e mantenimento della dominanza apicale. Dal punto di vista delle caratteristiche ambientali delle zone idonee all'arboricoltura da legno di qualità generalmente la situazione risulta relativamente

semplificata. Si opera infatti su ex coltivi, frequentemente dotati di una discreta fertilità di base, localizzati in pianura o su modeste pendenze che rendono agevole la meccanizzazione delle operazioni di trasporto del materiale, di piantagione e delle cure colturali successive. La generale omogeneità degli ambienti adatti ad ospitare piantagioni a fini produttivi permette, rispetto ad altri obiettivi come il recupero ambientale, di individuare parametri di qualità del postime estendibili a territori più ampi. I primi esperimenti sul materiale a radice nuda (Tani *et al.*, 2007a) hanno fornito interessanti indicazioni.

I semenzali di un anno di frassino maggiore (Tani *et al.*, 2008b) si possono efficacemente selezionare in vivaio sulla base dell'altezza delle piantine e della morfologia dell'apparato radicale; ad altezze più elevate e apparati radicali più articolati corrispondono migliori performance a dimora. Per semenzali di 2 anni della stessa specie ad altezze crescenti hanno corrisposto comportamenti in campo meno soddisfacenti (Tani *et al.*, 2008b). Per semenzali di farnia di un anno (Tani *et al.*, 2007b) si è evidenziato che il diametro al colletto, così come il volume delle radici, risultano positivamente correlati con l'accrescimento. La suddivisione del materiale di vivaio sulla base dell'altezza del postime non ha mostrato evidenti relazioni con la crescita in campo.

Per i semenzali di uno e due anni di rovere la morfologia delle radici si è dimostrata efficace nel determinare risposte diverse in campo (Tani *et al.*, 2007c). In ogni caso e per entrambe le specie quercine, dopo 2 anni di crescita in campo, le piante non avevano ancora superato la fase di attecchimento secondo i parametri fissati da Buresti Lattes e Mori (2004) e mostravano un portamento non idoneo alla produzione di assortimenti di elevata qualità (perdita della dominanza apicale e portamento arbustivo).

La selezione su base morfologica dei semenzali di un anno di ciliegio (Tani *et al.*, 2008a) si è dimostrata non utile poiché questa specie ha evidenziato una generale ottima reazione post-trapianto; anche semenzali fortemente danneggiati (con amputazioni a carico dell'apparato radicale conseguenti all'estrazione in vivaio) hanno mostrato una ottima capacità di sviluppare nuove radici già al termine della prima stagione in campo.

La successiva fase della sperimentazione, nell'applicazione del TPC al postime destinato a piantagioni per la produzione di legname di qualità, ha tenuto conto di alcune criticità della realtà italiana. In primo luogo si è considerato che, per queste finalità, la qualità del materiale, oltre a basarsi sull'efficienza del postime nel rapido attecchimento, nel buon accrescimento e nel mantenimento della dominanza apicale, potesse trarre ulteriore vantaggio dalla produzione di piante di maggiori dimensioni e già "modellate" in vivaio, tramite potature, secondo strutture architettoniche finalizzate al più agevole raggiungimento degli obiettivi produttivi. Un tale tipo di postime potrebbe, tra l'altro, semplificare le cure colturali da apportare nei primi anni dopo l'impianto (Fig. 3).

In secondo luogo non va trascurato che le richieste di piantine di vivaio alternano momenti, non sempre facilmente prevedibili, di elevata domanda, generalmente in concomitanza di disponibilità di finanziamenti

pubblici, ad altri in cui le produzioni vivaistiche, per disinteresse riguardo alle piantagioni, rimangono invendute in vivaio per essere poi distrutte.

Sulla base di quanto esposto, e della generale tendenza a sostituire il postime a radice nuda a favore di quello con pane di terra, si è ritenuto utile esplorare le possibilità offerte da contenitori di maggiori dimensioni (volume e profondità) rispetto a quelli tradizionali ponendoci i seguenti obiettivi: 1) produrre piantine S1 con apparato aereo più sviluppato per favorire un accorciamento della fase di qualificazione; 2) produrre piantine S1 con apparati radicali ben articolati e più sviluppati in profondità in modo da ridurre gli stress in fase di attecchimento e favorire una crescita più veloce con conseguente accorciamento della fase di qualificazione; 3) ottenere una produzione più "flessibile", con la possibilità di prolungare l'allevamento in vivaio ottenendo S2 di buona qualità con un efficiente equilibrio fra apparati ipogeo ed epigeo. Nella Fig. 4 si riassumono i punti fondamentali del TPC finalizzati alla realizzazione di piantagioni per produzione legnosa di qualità.

La sperimentazione del GESAAF si è concentrata su farnia e noce comune valutando la qualità del postime ottenuto con l'allevamento in contenitori diversificati per dimensioni e forma ma tutti caratterizzati dalla presenza di accorgimenti *air-pruning* per il contenimento delle deformazioni degli apparati radicali (Tab. 1). Si tratta sia di contenitori attualmente impiegati nei vivai forestali (ISSA-pot® e Plastecninc®) sia di contenitori innovativi ancora poco utilizzati nella vivaistica forestale (Superroots Air-pot® caratterizzato da effetto *air-pruning* anche sulle pareti). Nella sperimentazione si sono considerati anche contenitori artigianali derivati da tubi *shelter* (Tubex®). I contenitori sono diversificati per volumi (da 0.8 a 15.4 l), anche molto grandi rispetto a quelli ordinari, e per forma. A fini scientifici i contenitori ampi e profondi permettono di valutare lo sviluppo e l'articolazione degli apparati radicali delle specie considerate in assenza di una pressante costrizione confrontandoli con quelli ottenuti in contenitori di dimensioni inferiori.

Riguardo alla forma si è voluto testare contenitori cilindrici più profondi (40 e 60 cm) allo scopo di ottenere postime con apparato radicale in grado di ridurre gli stress idrici una volta messo a dimora in stazioni in cui l'aridità estiva possa risultare particolarmente intensa e/o prolungata. Il ricorso a contenitori di dimensioni elevate è giustificato dal fatto che negli ambienti dell'arboricoltura da legno le operazioni di trasporto del materiale e l'apertura delle buche possono essere facilmente meccanizzati; inoltre tali piantagioni non risultano mai troppo dense e i grandi contenitori possono essere impiegati per piante messe a dimora a densità definitiva.

Lo scopo del lavoro è stato quello di caratterizzare l'effetto dei contenitori sulla morfologia dell'apparato radicale e della parte aerea delle piantine per poi selezionare quelli più idonei.

La sperimentazione è stata condotta presso il Centro Vivaistico di Montecchio Precalcino (VI) dell'Azienda Regionale Veneto Agricoltura. Sono stati prodotti semenzali di 1 anno e semenzali di 2 anni.

Per l'allevamento di due anni in vivaio sono stati selezionati, tra i contenitori sopra descritti, quelli di maggiori dimensioni limitatamente ai tipi Plastecninc e Superrootsair-pot. Alla fine dei periodi di allevamento un campione di semenzali, equamente ripartito per tipo e dimensione del contenitore, è stato sottoposto a rilievi distruttivi per la caratterizzazione morfologica; la parte restante del postime è stata destinata alla *field performance*, della durata di 1 anno, ospitata nei campi sperimentali del CRA- PLF di Casale Monferrato (AL). Dopo la prova di campo le piante sono state estratte con escavatori al fine di valutare, oltre all'apparato epigeo anche quello ipogeo.

I semenzali di 1 anno allevati in contenitori di maggiore volume, al termine dell'allevamento in vivaio, hanno fatto registrare i maggiori sviluppi, sia epigei sia ipogei, risultando anche molto più bilanciati nel rapporto fusto/radice rispetto a quelli dei contenitori più piccoli.

Anche la prova di campo ha evidenziato, per le piante derivate dai contenitori più voluminosi, maggiori accrescimenti e maggiore frequenza di piante con dominanza apicale.

I semenzali di 2 anni hanno fornito interessanti risultati. Al termine dell'allevamento in vivaio il 50% delle piante coltivate nel contenitore Air-pot più grande hanno raggiunto un'altezza maggiore di 170 cm corredate da un sistema radicale molto articolato e molto sviluppato, soprattutto per quanto riguarda la quantità e le dimensioni delle radici di primo ordine.

I risultati della prova di campo sono stati positivi soprattutto in termini di reazione dell'apparato radicale al trapianto (aumento di massa, sia del fittone sia delle radici di primo ordine). I test fisiologici (contenuto in clorofilla e fluorescenza della clorofilla) non hanno evidenziato particolari stress nell'anno della messa a dimora. Si sono ottenute piante con altezza molto prossima al limite minimo della lunghezza del toppo di maggior valore, con una struttura del fusto idonea alla produzione di legname di qualità (dominanza apicale e ramificazione contenuta).

I risultati sopra sintetizzati sono attualmente in fase di pubblicazione su riviste internazionali. Gli sviluppi futuri della ricerca non potranno prescindere dalla ripetizione delle prove in altri contesti, al fine di testare situazioni ambientali diversificate e provare l'efficacia dei nuovi metodi di allevamento. L'allevamento vivaistico di materiale di grandi dimensioni presenta ancora alcuni aspetti da mettere a punto, tra questi si segnala la definizione di: formule di concimazione, densità di allevamento e metodi di irrigazione. Infine, per il postime allevato per più di un anno, sono in fase di predisposizione protocolli sperimentali per valutare l'effetto prodotto dall'applicazione di potature già dalla fase di vivaio.

Tabella 1. Caratteristiche principali dei contenitori inseriti nella sperimentazione.
 Table 1. Main features of the tested containers.

<i>Tipo contenitore</i>	<i>Volume (l)</i>	<i>Profondità (cm)</i>	<i>Air-pruning</i>
Issapot	0,8	17	Fondo
Issapot	1,4	20	Fondo
Plastecnicos	2,3	20	Fondo
Plastecnicos	4,9	20	Fondo
Tubex	5,7	60	Fondo
Airpot	2,7	40	Fondo + Pareti
Airpot	4,3	60	Fondo + Pareti
Airpot	9,8	40	Fondo + Pareti
Airpot	15,4	60	Fondo + Pareti

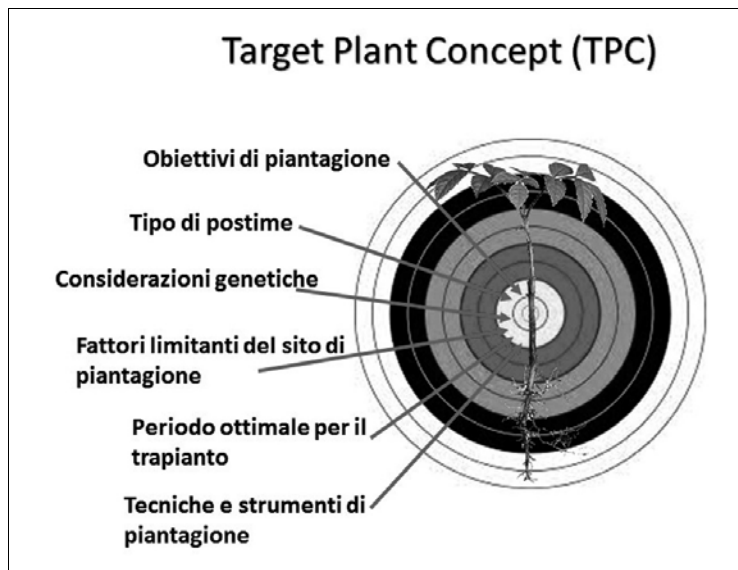


Figura 1. Schema generale degli aspetti da considerare nella produzione vivaistica secondo il TPC (da Landis, 2011; modificato).

Figure 1. General scheme of the aspects considered by TPC in forest nursery production (Landis, 2011; modified).

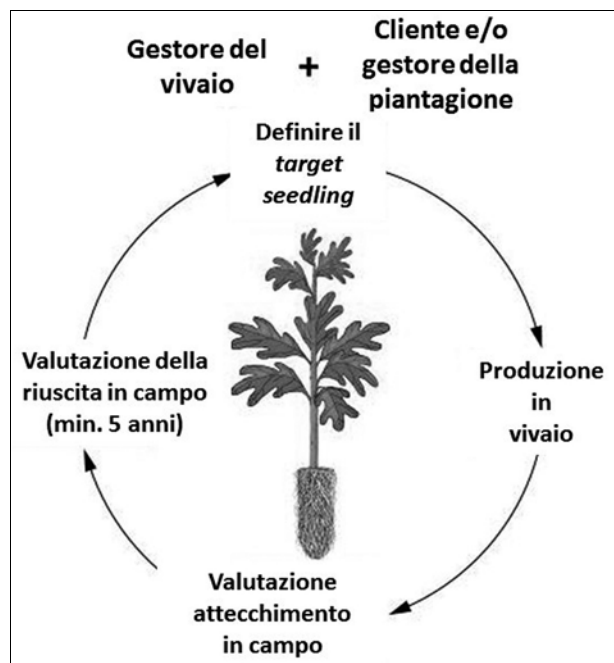


Figura 2. Dinamica del processo di miglioramento delle metodologie produttive (da Pinto *et al.*, 2011, modificato).

Figure 2. Implementation process of production methods (Pinto *et al.*, 2011, modified).

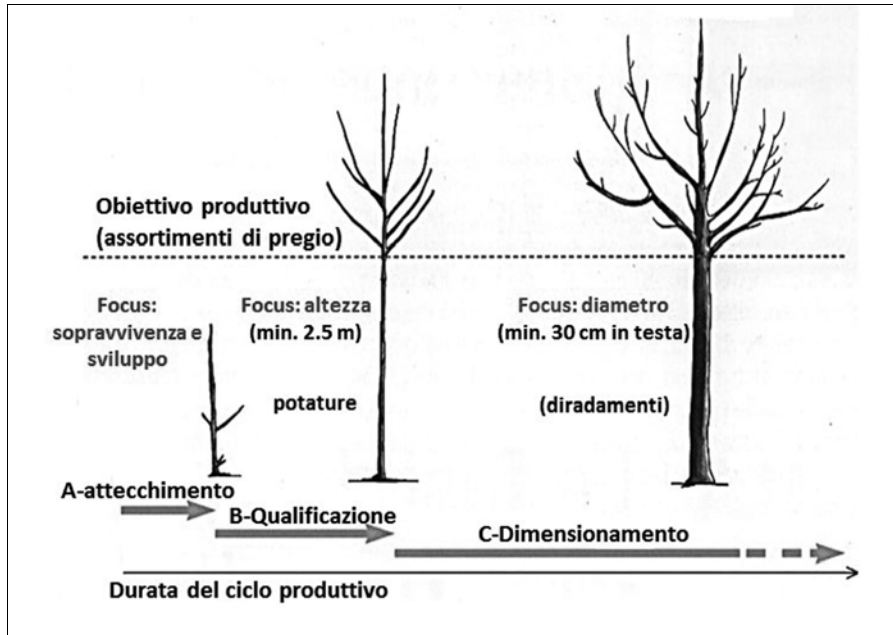


Figura 3. Fasi del ciclo produttivo di una piantagione di latifoglie a legname pregiato (da Buresti Lattes e Mori 2004, modificato).
 Figure 3. Growth phases in plantation for high quality timber production (Buresti Lattes e Mori 2004, modified).



Figura 4. Schema degli aspetti considerati secondo i principi del TPC per la produzione di legname di qualità.
 Figure 4. General scheme of the aspects considered by TPC focused on plantation for high quality timber production.

SUMMARY

Forest nursery stock production and new chances resulting from the “Target Plant Concept”

Italian forest nursery production has been influenced by social, environmental and economic challenges since the 30s of the last century. During 80s EU policy changed and promoted hardwoods tree-farming oriented to high quality timber production. More recently, to limit environmental degradation, forest ecosystems restoration became relevant among the plantings policy actions. The

approach of nurseries managers generally consisted of following traditional procedures, and poor seedling quality has been often included among the causes of plantings failure. In this framework the availability of high quality stocktype has become a major issue. Evolution of international scientific research has led to a new concept to define the stocktype quality: Target Plant Concept (TPC). According to TPC nursery stock can be described only relating its morphological and physiological characteristics to outplanting performance according to the planting aim. In this scenario authors present their works about the definition of nursery stock

production models aimed to improve seedlings quality, in order to grow plants for intensively managed plantations designed to produce high quality timber. In this paper results of latest trials on bareroot and containerized stocktype are presented. Furthermore the effect of innovative containers on shoot and root system morphology of fine hardwoods are described. The focus is production of bigger seedlings grown in containers of greater volume than those currently used in forest nurseries to be planted in productive plantations.

BIBLIOGRAFIA CITATA E DI RIFERIMENTO

- Burdett A.N., 1979 – *New methods of measuring root growth capacity: their value in assessing lodgepole stock quality*. Can. J. For. Res., 9: 63-67.
<http://dx.doi.org/10.1139/x79-011>
- Buresti Lattes E., Mori P., 2004 – *Le tre fasi delle piantagioni da legno in arboricoltura da legno*. Sherwood - Foreste ed Alberi Oggi, 102: 9-11.
- Dureya M.L., 1985 – *Evaluating seedling quality: importance to reforestation*. In: Dureya M.L. (ed.), *Proceedings Evaluating seedling quality: principle, procedures and predictive abilities of major tests*. Workshop October 16-18, 1984. Forest Research Laboratory, Oregon State University, Corvallis.
- Jacobs D.F., Salifu K.F., Seifert J.R., 2005 – *Relative contribution of initial root and shoot morphology in predicting field performance of hardwood seedlings*. New For., 30: 235-251.
<http://dx.doi.org/10.1007/s11056-005-5419-y>
- Landis T.D., 2011 – *The Target Plant Concept – A History and Brief Overview*. USDA Forest Service Proceedings RMRS-P-65.
- Maltoni A., Mariotti B., Tani A., Jacobs D.F., 2010 – *Relation of Fraxinus excelsior seedling morphology to growth and root proliferation during field establishment*. Scand. J. For. Res., 25: 60-67.
<http://dx.doi.org/10.1080/02827581.2010.485805>
- Mattsson, 1997 – *Predicting field performance using seedling quality assessment*. New For., 13 (1-3): 227-252.
- Oliet J.A., Jacobs D.F., 2012 – *Restoring forests: advances in techniques and theory*. New For., 43: 535-541.
<http://dx.doi.org/10.1007/s11056-012-9354-4>
- Pinto J.R., Dumroese K.R., Davis A.S., Landis D.L., 2011 – *Conducting seedling stocktype trials: a new approach to an old question*. J. Forest., 109: 293-299.
- Ritchie G.A., 1984 – *Assessing seedlings quality*. In: *Forest nursery manual: production of bareroot seedlings*. Dureya ML, Landis TD, editors. Boston (MA): MartinusNijhoff/Dr W Junk Publishers. pp. 243-259. http://dx.doi.org/10.1007/978-94-009-6110-4_23
- Rose R., Carlson W.C., Morgan P., 1990 – *The target seedling concept*. In: Rose R, Campbell SJ, Landis TD, Editors. *Target seedling symposium: proceedings, combined meeting of the western forest nursery associations; 1990 Aug 13-17; Roseburg, Oregon*. Fort Collins (CO): USDA Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station. General Technical Report RM-200. pp 1-8.
- Salifu K.F., Jacobs D.F., 2006 – *Characterizing fertility targets and multi-element interactions in nursery culture of Quercus rubra seedlings*. Ann. For. Sci., 63: 231-237.
<http://dx.doi.org/10.1051/forest:2006001>
- Tani A., Maltoni A., Mariotti B., 2007a – *Qualità dei semenzali sulla base di prove di campo*. Sherwood - Foreste ed Alberi Oggi, 135: 5-9.
- Tani A., Maltoni A., Mariotti B., 2007b – *Field performance: risultati su semenzali di farnia*. Sherwood - Foreste ed Alberi Oggi, 135: 10-13.
- Tani A., Maltoni A., Mariotti B., 2007c – *Field performance: risultati su semenzali di rovere*. Sherwood - Foreste ed Alberi Oggi, 138: 33-38.
- Tani A., Maltoni A., Mariotti B., 2008a – *Field performance: risultati su semenzali di ciliegio*. Sherwood - Foreste ed Alberi Oggi, 142: 47-50.
- Tani A., Maltoni A., Mariotti B., 2008b – *Field performance: risultati su semenzali di frassino*. Sherwood, 145: 37-42.
- Wakeley P.C., 1954 – *Planting the southern pines*. Washington (DC): USDA Forest Service. Agricultural monograph Number 18, pp. 233.
- Wilson B.C., Jacobs D.F., 2006 – *Quality assessment of temperate zone deciduous hardwood seedlings*. New Forests, 31: 417-433.
<http://dx.doi.org/10.1007/s11056-005-0878-8>

DIAMETER DISTRIBUTION AND STOOL BIOMASS PARTITIONING IN A NATIVE BLACK POPLAR POPULATION AND IN A SELECTED HYBRID POPLAR CLONE UNDER SHORT ROTATION FORESTRY

Luigi Saulino¹, Maurizio Teobaldelli¹, Francesco Cona¹, Luigi Todaro², Antonio Saracino¹

¹Department of Agriculture, University of Naples Federico II, Portici (NA), Italy; luigi.saulino@unina.it

²School of Agricultural, Forest and Food Science, University of Basilicata, Potenza (PZ), Italy

Poplars (*Populus* spp.) are widely used in short rotation forestry (SRF) where plantations are characterized by high stool and shoot density. At the end of the first rotation coppice (2010-2012), one native *P. nigra* provenance from southern Italy ("Ripiti" stream, Campania region) and one selected hybrid *P. xgenerosa* "Hoogvorst" clone were examined to describe stand structure and determine the dry biomass yield. Living shoots diameter distribution was analyzed with the two-parameter Weibull probability density function (PDF). Aboveground woody volume was estimated according to general formula and equivalent dry biomass was obtained via woody basal density. According to their heights the shoots were classified as dominant, intermediate and suppressed and dry biomass was estimated for each class. Using a two-parameter Weibull PDF it was possible to soundly describe diameter distributions of the two selected *Populus* species. Moreover, a different biomass partitioning pattern between the two species was observed in our experimental SRFs: black poplar allocated biomass between dominant and intermediate shoots, while in hybrid poplar this occurred mainly on dominant shoots. The observed partitioning pattern, which is most likely due to a contrasting (i.e. natural and man-made) selection history of the two species, might affect the biomass physical characteristics of wood and SRF plantation management.

Keywords: bioenergy crop, Weibull PDF, native black poplar, hybrids poplar clone, biomass partitioning.

Parole chiave: coltivazioni energetiche, funzione densità di probabilità Weibull, pioppo nero autoctono, pioppo ibrido, ripartizione biomassa.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-ls-dia>

1. Introduction

Selected hybrid clones of the genus *Populus* are commonly utilized in short rotation forestry (SRF) crops of temperate and Mediterranean regions of Europe (Hoffmann-Schiell *et al.*, 1999; Van de Walle *et al.*, 2007; Pannacci *et al.*, 2009; Paris *et al.*, 2011). These crops are high density plantations with rotations shorter than 20 years (Mitchell and Ford-Robertson, 1992). Suitability of poplars to biomass production are related to their (i) high productivity level (ii), fast shoot growth and (iii) high resprouting ability (Ceulemans *et al.*, 1992). In recent years, there has been an increasing interest in poplars productivity and coppice growth models (Ceulemans *et al.*, 1996). Despite this, only few studies have attempted to investigate shoot diameter distribution and aboveground biomass partitioning between shoots (Laureysens *et al.*, 2003; Sandoval *et al.*, 2012).

According to Newton (2007), stand structure can be referred to distribution of tree sizes within a stand. Over the past two decades probability density function (PDF) has been emphasized as a suitable tool for diameter distribution modelling (Knoebell and Burkhart, 1991; Pretzsch, 2009). Many PDFs have been used to modelize tree diameter distribution, but mainly *Weibull*

PDF has shown satisfactory results (Nord-Larsen and Cao, 2006; Carretero and Alvarez, 2013) due to its flexibility and adaptability to different distribution types. Several studies have estimated poplar biomass production under different growth conditions (among others Di Matteo *et al.*, 2010), and its partitioning among stem, branches and roots (Scarascia-Mugnozza *et al.*, 1997), whereas information about stool biomass partitioning are still insufficient. Throughout this paper, the term stool biomass partitioning will refer to distribution of dry weight between shoots within stool. Shoot stems are not uniform in size, although the even-aged stands show a narrow size range. Indeed, as the trees grow their number declines as a result of increased competition for resources and size differentiation occurs. The relationships between the individuals of a tree community are described by social categories and crown classes, according to their height and position (Oliver and Larson, 1996; Pretzsch, 2009).

Biomass production of SRF coppice stands depends on the number of alive shoots and their sizes (Laureysens *et al.*, 2005). Therefore, shoot size frequency distribution is essential to describe coppice stand structure whereas stool biomass partitioning according to crown classes permits to describe poplars biomass allocation patterns. Although extensive research has been carried out on

hybrids poplar plantations, only few studies describe the native *P. nigra* for short-rotation crops (Benetka *et al.*, 2002).

The aim of this study is to investigate the stand structure and differences of biomass production under extensively managed short rotation coppice between *P. nigra* (native population ranged in the southern part of its natural distribution; Campania region, Cilento, "Ripiti" stream) and selected *Populus* clone (*P. xgenerosa* "Hoogvorst"). We assume that, by analyzing shoot diameter distribution and stool biomass allocation between shoots it would be possible to define the differences in size structure and related biomass of stools of the two selected poplar species, at the end of the first rotation coppice; these information might in turn be useful to support management of SRF.

2. Material and methods

2.1 Study area and management regime

The study site is located in the Regional Experimental Farm "Improsta" (Latitude 40° 33' 33.21" N; Longitude 14° 50' 15.60" E, 21 m a.s.l.) in the Campania Region, Southern Italy. Soil is characterized by a deep (80-100 cm) clay loam with low N-levels and organic matter concentrated in the upper layers.

Meteorological data from a nearby weather station, 3 km distant from the study site (Battipaglia, 72 m a.s.l.), indicate a Mediterranean humid-type climate characterized, during the period of the present study (2010-2012), by a mean yearly temperature of 17.8 °C, mean annual cumulated precipitations of 1101.4 mm, and a summer drought period from June to September (14.7% of mean annual precipitations) with the highest mean monthly temperature in July (27 °C).

In April 2007 SRF plantations of different native and selected poplars were established on 3.04 ha. Cuttings were collected in a riparian native *P. nigra* population from different trees originated by seeds (gender undefined), while a hybrid "Hoogvorst" clone came from a nursery. The unrooted cuttings were first water-soaked for 48 hours and then planted mechanically in a single-row layout with 3.0 m inter-row and 0.5 m within rows distances, obtaining the density of 6,667 cuttings per hectare. After the 3-years cutting cycle (winter 2009), all trees were stumped back to 5 cm above ground level by cut and chips harvesting system to promote the single stool to become multi-stemmed.

2.2 Stool and shoot measurements

At the end of the first multi-stemmed rotation (2010-2012), following a systematic sampling criteria, ten stools located in the middle row of both *Populus* SRF plantations were chosen to measure shoot collar diameter (digital Vernier calliper) up to 5 cm above soil level and total shoot height (telescopic pole).

For the two poplars shoot form factor data were collected on three harvested shoot, classified according to their crown position related to maximum height. *Suppressed* crown layer includes shoots with height <50%, *intermediate* layer shoots between 50% and 70% and *dominant* layer shoots between 80% and

100% of the maximum height of stool. Stem volume of individual shoots, previously separated from branches, was determined by using section method following the *Huber* formula.

The corresponding oven-dry branches biomass was determined by leaving the fresh wood material in oven and dried at 65 °C for several days, until the weight of the dried material remained constant. Wood basal density (wood dry weight for fresh volume unit) was determined on proximal, medial and distal stem samples of the two *Populus*. The fresh volume of each sampled stem was determined by water immersion. Wood basal density of distal sample and its inverse formula, was therefore used for dry biomass-volume conversion of branches and calculation of absolute form factor including branches. In order to estimate the volume of SRF stands *V* was estimated by the following equation (La Marca, 2004):

$$V = G \cdot H_m \cdot F_m$$

where total basal area *G* is the actual density of plantation after first coppicing, *H_m* is the mean regressed height of quadratic mean diameter and *F_m* is the mean absolute form factor of shoots. Finally, coppice stand volume per hectare was converted in dry biomass via wood basal density.

2.3 Models and data analysis

Two-parameters *Weibull* PDF used to characterize the diameter distribution of the coppice stand has the following form:

$$f(d|\alpha, \beta) = \beta \cdot \alpha^{-\beta} \cdot d^{\beta-1} \cdot e^{-\left(\frac{d}{\alpha}\right)^\beta};$$

$$\beta > 0, \alpha > 0, 0 < d < \infty,$$

where *α* is the scale, *β* is the shape parameter and *d* the shoot collar diameter, measured at 5 cm above the soil level. As its name suggests, *β* describes the shape of *Weibull* PDF. This parameter is the key of flexibility of the distribution, because it permits to cover most of the shapes of diameter distribution (Nord-Larsen and Cao, 2006). *Weibull* function parameters were estimated for both poplars adopting the maximum likelihood (MLE) method (Zarnoch and Dell, 1985; Cao, 2004). One sample Kolmogorov-Smirnov (*D_{ks}*) statistic test (Zar, 2010) was performed at 0.05 *α* level. Critical value for this test was referred to cut-off value (CV) used for determining if statistic *D_{ks}* is significant at a specified level. Finally, the accuracy of *Weibull* function was assessed according to the root mean square error (RMSE). Means of shoot density and dry biomass production of the two *Populus* SRFs were compared by a Student's test for independent groups. Aboveground biomass partitioning among shoot crown classes was analyzed by one-way ANOVA. Newman-Keuls (N-K) multiple range test was applied to detect differences in biomass production among classes. All tests were considered significant when *p*-value was <0.05. Data

management and statistical analysis were carried out using *STATISTICA* 6.0 (STATSOFT INC., 2001).

3. Results

Two-parameters *Weibull* PDF of live shoot diameters (d) at the end of the first rotation coppice are reported in Figure 1. Based on one-sample goodness of *Kolmogorov-Smirnov* fit test, d came from a two-parameters *Weibull* PDF ($p < 0.05$), for both poplars.

For both poplars the scale α and shape β parameters and statistics of fit are shown in Table 1. Parameters were estimated with more exactitude as shown by its standard error (ES), which in turn was affected by the difference of one order of magnitude in the number of live shoots per stump between the two poplars (see also below).

The shoot size distribution of hybrid “Hoogvorst” clone was negatively skewed (*Skewness* = -0.71 ± 0.39) and left tailed, while black poplar “Ripiti” population showed a right tail with positive skew (*Skewness* 1.62 ± 0.17). Moreover, the kurtosis of the distributions ranged from platikurtic (*Kurtosis* = 0.92 ± 0.76) to leptokurtic (4.17 ± 0.34) for “Hoogvorst” and “Ripiti”, respectively.

Aboveground cumulated three years woody dry biomass (stem + branches) production did not show significant differences between the two poplars (“Hoogvorst” 20.12 Mg ha^{-1} and “Ripiti” 18.92 Mg ha^{-1} ; $t = 0.248$, $df = 19$, $p = 0.86$). Statistically significant difference was revealed, instead, for the number of shoots per stump (“Hoogvorst” $11,067 \text{ shoots ha}^{-1}$ and “Ripiti” $113,729 \text{ shoots ha}^{-1}$; $t = -5.329$, $df = 19$, $p = 0.000$). The distribution of aboveground dry biomass according to crown classes (Fig. 2) indicates significant differences among strata within each species. “Hoogvorst” hybrid clone accounted for 96.32% of biomass in dominant shoots, while black poplar “Ripiti” for 65.19% and 31.39% in dominant and intermediate shoots, respectively.

In *P. nigra* “Ripiti” population branches biomass fraction accounted respectively for about 28.89% and 9.29% of dominant and intermediate shoot biomass, while the “Hoogvorst” hybrid clone showed about 18.22% of branches biomass only on dominant shoots. In both cases, branches biomass of suppressed shoots accounted for less than 1% of total shoot biomass.

4. Discussion and conclusion

The insight of tree diameter distribution aids to make management decision (Cao, 2004), because it describes stand structure accurately (Bullock and Burkart, 2005). Diameter distribution is used to define other important variables such as basal area, volume and biomass of the stand and permits to evaluate the appropriate technologies of SRF harvesting (Petráš *et al.*, 2010). At the end of a third year of first SRF rotation, the current analysis permits us to analytically describe living shoots diameter distribution of hybrids and native poplars by means of a two-parameter

Weibull PDF. Our result agrees with those reported by Sandoval *et al.* (2012), which, although using different PDF models, show that shoot diameter distribution under SRF plantation is also well described through *Weibull* PDF.

The analysis of frequency diameter distributions outlined the existence of shoots size inequality between the two studied species. In fact the native black poplar “Ripiti” showed a frequency diameter distributions left skewed because of high frequency of small suppressed shoots whereas hybrid “Hoogvorst” poplar was right skewed due to high mortality of suppressed shoots; hence cumulative shoot mortality, due to competition and insect predation processes in the starting shoot cohorts of the first rotation, was 72% for “Hoogvorst” clone, while for “Ripiti” it was 37%.

As a result, the black poplar coppice stand was characterized by stools with high number of shoots and low size differentiation, while hybrid poplar showed low number of shoots with high size differentiation. Consequently, the greater contribution to stool dry biomass was made by dominant shoots for hybrid “Hoogvorst” clone, while suppressed shoots remained always numerically lower and showed only a low contribution to stool biomass. In the black poplar “Ripiti” population both intermediate and dominant shoots contribute to dry biomass with preponderance of dominant shoots. The greater shoots have been identified as major contributing components to stool biomass production in SRF plantation of poplar hybrids (Auclair and Bouvarel, 1992; Laureysens *et al.*, 2003).

At the end of first rotation coppice, the aboveground dry biomass ranged from 20.12 Mg ha^{-1} to 18.92 Mg ha^{-1} , equivalent to mean annual increment of $6.71 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ and $6.31 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ for “Hoogvorst” and “Ripiti”, respectively. These production levels range within the values found in other poplars SRF plantation studies. Annual yields of $1.3\text{--}24 \text{ Mg ha}^{-1}$ have been reported for various poplar clones under different growth conditions, i.e. soil, climate and management regime (Niakoudjomo *et al.*, 2015). Moreover, two different coppice stool models can be documented in the present study: *i*) a hybrid “Hoogvorst” poplar clone with dry biomass mainly concentrated on high dominant shoots (80-100% of H_{max}), partitioned on a low number of shoots ($2.3 \text{ shoots stump}^{-1}$) with low branches biomass. On the other hand, *ii*) black poplar “Ripiti” showed a higher number of low shoots ($21 \text{ shoots stump}^{-1}$) and biomass was partitioned both on dominant and intermediate shoots. In addition, black poplar allocated biomass near-equally between dominant and intermediate shoots while hybrid poplar clones allocated biomass mainly on dominant shoots.

This different pattern is most likely due to a different selection history which characterizes the two poplars. Man-made selection of hybrids poplar clones is based mainly on the existence of an enhanced heterosis (i.e. hybrid vigor) directed toward high single and straight stem production rather than toward resprouting ability (Laureysens *et al.*, 2003).

Conversely, black poplar is a pioneer species growing along riparian forests characterized by frequent physical disturbances such as flooding (Barsoum, 2000; Corenblit *et al.*, 2013). Therefore, our analysis confirms the high resprouting ability of native black poplar populations and the existence of a weak shoot hierarchy in the following years after disturbance. Considering that sizes and stool biomass partitioning influence harvesting systems and physical traits of biomass, the current analysis suggests that operation cutting should be calibrated according to shoot size and, as a consequence, different for the studied species. In fact dead biomass, due to shoot mortality, was higher in “Hoogvorst” than “Ripiti” and likely affecting biomass quality. Moreover, the higher number of shoots per stool, which characterize native *P. nigra* “Ripiti” population, is linked to their high branches biomass fraction suggesting a high bark fraction in harvested biomass.

Finally, selection criteria of SRF poplar species should take into account the high resprouting ability that

characterize different native *P. nigra* populations and their pattern of biomass allocation.

Acknowledgements

Biomass SRFs plantation, management and data collections were financially supported by: “Produzione e stoccaggio di biomasse legnose derivanti da cedui a turno breve” (CRAA - Regione Campania - SMA Campania), “Trasferimento di innovazioni nella filiera corta per la produzione, raccolta ed uso di legna da boschi cedui e SRF a fini energetici (Tra.Tec.F.U.L.En.)” (UE-Regione Campania, PSR 2007-2013, misura 124) and “Recupero e riutilizzo delle biomasse legnose in Campania” (Regione Campania-Sesirca). FC and MT was supported by the MIUR project PON01_01966/2. LS was partially supported by the MIUR project PON01_01966/2 and within the PhD program at the “School of Agricultural and Food Science” (tutor: AS) in the Department of Agriculture, University of Naples Federico II. All projects are granted to AS.

Table 1. Summary of parameters and fit statistics of estimated Weibull PDF model for shoot diameters at the end of the first rotation coppice (2010-2012) in “Hoogvorst” and “Ripiti” poplars. Parameters α and β represent respectively the scale and the shape of Weibull PDF. In brackets their standard error. The statistics of fit are Kolmogorov-Smirnov statistic D_{KS} , critical value of test D_{α} , root mean square error RMSE and p -value, respectively.

Tabella 1. Parametri e statistiche della *Weibull* PDF a due parametri al termine del primo ciclo ceduo (2010-2012) dei pioppi “Hoogvorst” e “Ripiti”. α e β rappresentano rispettivamente il parametro di scala e il parametro di forma della funzione *Weibull* PDF. In parentesi sono riportati i valori dell'errore standard. Le statistiche sono il valore del test di Kolmogorov-Smirnov D_{KS} , il valore critico del test D_{α} , la radice dell'errore quadratico medio RMSE e il livello di significatività p , rispettivamente.

Species/clone	Name	α	β	D_{KS}	D_{α}	RMSE	p
<i>Populus xgenerosa</i>	Hoogvorst	4.48 (±0.19)	3.97 (±0.53)	0.0717	0.218	0.016	0.011
<i>Populus nigra</i>	Ripiti	1.87 (±0.07)	1.96 (±0.09)	0.0810	0.093	0.025	0.012

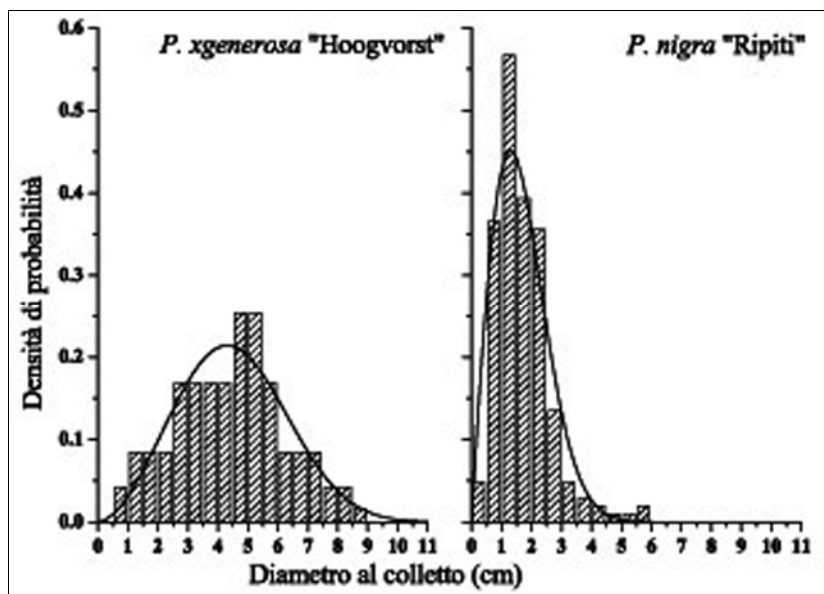


Figure 1. Shoot diameter (0.5 cm size-class) distribution (columns) and two-parameter Weibull PDF (line) for native *Populus nigra* “Ripiti” population and hybrid *Populus xgenerosa* “Hoogvorst” clone at the end of the first rotation coppice (2010-2012).

Figura 1. Distribuzione diametrica dei polloni (colonne, classi diametro 0.5 cm) e funzione *Weibull* a due parametri (linea) di *Populus nigra* “Ripiti” e *Populus xgenerosa* “Hoogvorst” al termine del primo ciclo ceduo (2010-2012).

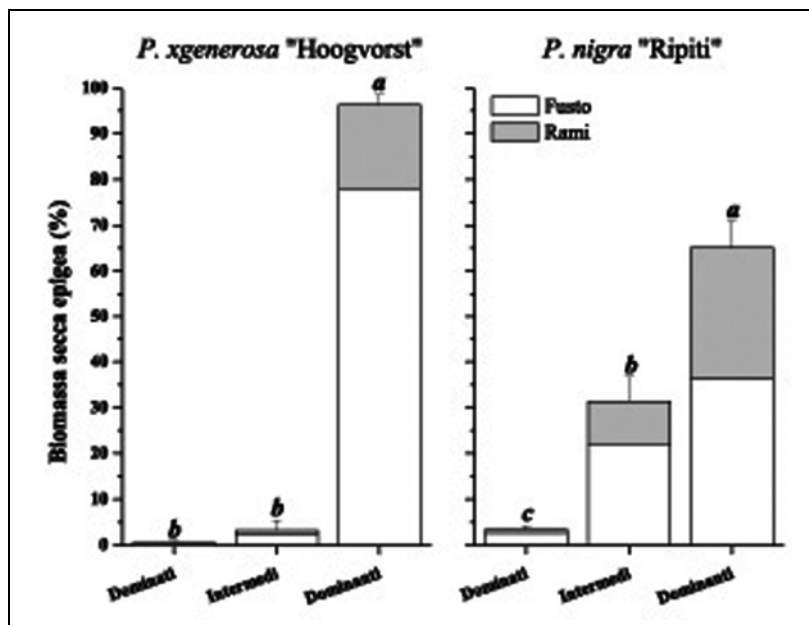


Figure 2. Stool dry biomass (% mean and standard error) partitioning between shoot crown classes and stem and branches. Dominant (80-100% of H_{max}), intermediate (50-80% of H_{max}), and suppressed (<50% of H_{max}) strata are classified according to maximum height recorded on the stool. Letters indicate significant differences among strata according to Newman-Kuels multiple range test, $p < 0.05$.

Figura 2. Ripartizione biomassa secca sulla ceppaia (% media e errore standard) fra classi dimensionali di polloni e rami e fusto. Gli strati dominanti (100-80% of H_{max}), intermedi (50-80% of H_{max}) e dominati (<50% of H_{max}) sono stati definiti sulla base dell'altezza massima di ogni ceppaia. Le lettere indicano differenze significative tra gli strati secondo il test di confronto multiplo di Newman-Kuels, $p < 0.05$.

RIASSUNTO

Distribuzione diametrica e ripartizione della biomassa in un pioppo nero autoctono e in un pioppo ibrido selezionato cresciuti in ceduo a turno breve

I pioppi (*Populus* spp.) sono largamente impiegati in piantagioni ad elevata densità quali sono i cedui a turno breve. Un pioppo nero autoctono (*P. nigra*) dell'Italia meridionale (torrente "Ripiti", Campania) e un pioppo ibrido selezionato "Hoogvorst" (*P. xgenerosa*) sono stati confrontati, al termine del primo ciclo ceduo (2010-2012), con l'obiettivo di descrivere la struttura dimensionale del soprassuolo e la produzione cumulata di biomassa epigea. La distribuzione diametrica dei polloni sopravvissuti è stata analizzata mediante la funzione densità di probabilità Weibull a due parametri. Il volume legnoso epigeo è stato determinato mediante la formula generale e convertito in biomassa secca attraverso i valori di densità basale corrispondenti. I polloni di ogni ceppaia sono stati classificati in funzione dell'altezza massima in dominanti, intermedi e dominati, ed è stata determinata la biomassa secca corrispondente. In entrambe le specie la distribuzione diametrica può essere descritta attraverso una Weibull PDF a due parametri, mentre si osserva una differente modalità di ripartizione della biomassa tra il pioppo nero "Ripiti" e il pioppo ibrido "Hoogvorst".

Nel primo caso la biomassa secca è distribuita prevalentemente fra polloni delle classi dominanti e intermedie, nel secondo, invece, è concentrata principalmente sui polloni della classe dominante. Tale differenza è riconducibile a differenti percorsi evolutivi che hanno interessato i due pioppi studiati: uno naturale per il pioppo nero e l'altro operato dall'uomo per il clone ibrido.

REFERENCES

- Auclair D., Bouvarel L., 1992 – *Biomass production and stool mortality in hybrids poplar coppiced twice a year*. Annales des Sciences Forestières, 49 (4): 351-357.
<http://dx.doi.org/10.1051/forest:19920404>
- Barsoum N., 2000 – *The balance of Black poplar (Populus nigra) regeneration strategies as a function of hydrology and floodplains*. In: *Populus nigra* Network. Report of the sixth meeting, 6-8 February 2000. Borelli S., de Vries S., Lefèvre F., Turok J. (compilers) Isle sur La Sorgue, France. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.
- Benetka V., Bartáková I., Mottl J., 2002 – *Productivity of Populus nigra L. ssp. nigra under short-rotation culture in marginal area*. Biomass and Bioenergy, 23 (5): 327-336.
[http://dx.doi.org/10.1016/S0961-9534\(02\)00065-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0961-9534(02)00065-X)

- Bullock B.P., Burkhart H.E., 2005 – *Juvenile diameter distribution of loblolly pine characterized by the two-parameter Weibull function*. *New Forests*, 29 (3): 233-244. <http://dx.doi.org/10.1007/s11056-005-5651-5>
- Carretero C.A., Alvarez T.E., 2013 – *Modelling diameter distributions of Quercus suber L. stands in “Los Alcornocales” Natural Park (Cádiz-Málaga, Spain) by using the two parameter Weibull functions*. *Forest System*, 22 (1): 15-24. <http://dx.doi.org/10.5424/fs/2013221-02142>
- Cao Q.V., 2004 – *Predicting parameters of a Weibull function for modeling diameter distribution*. *Forest Science*, 50 (5): 682-685.
- Ceulemans R., Scarascia-Mugnozza G., Wiard B.M., Braatne J.H., Hinkley T.M., Stettler R.F., Isebrands J.G., Heilman P.E., 1992 – *Production physiology and morphology of Populus species and their hybrids grown under short rotation. I. clonal comparisons of 4-years growth and phenology*. *Canadian Journal of Forest Research*, 22 (12): 1937-1948. <http://dx.doi.org/10.1139/x92-253>
- Ceulemans R., McDonald A.J.S., Pereira J.S., 1996 – *A comparison among eucalypt, poplar and willow characteristics with particular references to a coppice, growth-modelling approach*. *Biomass and Bioenergy*, 11 (2-3): 215-213. [http://dx.doi.org/10.1016/0961-9534\(96\)00035-9](http://dx.doi.org/10.1016/0961-9534(96)00035-9)
- Corenblit D., Steiger J., González E., Gurnell A.M., Charrier G., Darrozes J., Dousseau J., Julien F., Lamps L., Larrue S., Roussel E., Vautier F., Voldoire O., 2013 – *The biogeomorphological life cycle of poplars during the fluvial biogeomorphological succession: a special focus on Populus nigra L*. *Earth Surface Processes and Landforms*, 39 (4): 546-563. <http://dx.doi.org/10.1002/esp.3515>
- Di Matteo G., Sperandio G.G., Verani S., 2012 – *Field performance of poplar for bioenergy in southern Europe after two coppicing rotations: effects of clone and planting density*. *iForest*, 5 (5): 224-229.
- Hoffmann-Schielle C., Jug A., Makeschin F., Rehfuess K.E., 1999 – *Short-rotation plantations of balsam poplars, aspen and willows on former arable land in the Federal Republic of Germany, I. Site-growth relationships*. *Forest Ecology and Management*, 121 (1-2): 41-55. [http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127\(98\)00555-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127(98)00555-6)
- Knoebel B.R., Burkhart H.E., 1991 – *A bivariate distribution approach to modeling Forest diameter distributions at two points in time*. *Biometrics*, 47 (1): 241-253. <http://dx.doi.org/10.2307/2532509>
- La Marca O., 2004 – *Elementi di dendrometria*. 2^a ed. Pàtron editore, Bologna.
- Laureysens I., Deraedt W., Indeherberge T., Ceulemans R., 2003 – *Population dynamics in a 6-year-old coppice culture of poplar I. Clonal differences in stool mortality, shoot dynamics and shoot diameter distribution in relation to biomass production*. *Biomass and Bioenergy*, 24 (2): 81-95. [http://dx.doi.org/10.1016/S0961-9534\(02\)00105-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0961-9534(02)00105-8)
- Laureysens I., Deraedt W., Ceulemans R., 2005 – *Population dynamics in a 6-year-old coppice culture of poplar II. Size variability and one-sided competition of shoots and stools*. *Forest Ecology and Management*, 218 (1-3): 115-118. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2005.06.016>
- Mitchell C.P., Ford-Robertson J.B., 1992 – *Introduction*. In: *Ecophysiology of Short Rotation Forest Crops*, by Mitchell C.P., Ford-Robertson J.B., Hinckley, T., Sennerby-Forsse, L. (Eds.). Elsevier Applied Science, Oxford.
- Newton A.C., 2007 – *Forest Ecology and Conservation: A Handbook of Techniques*. Oxford University Press, Oxford. <http://dx.doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198567448.001.0001>
- Njakoudjomo S., Ac A., Zenone T., De Groote T., Bergante S., Facciotto G., Sixto H., Ciria P., Weger J., Ceulemans R., 2015 – *Energy performances of intensive and extensive short rotation cropping systems for woody biomass production in the EU*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 41: 845-854. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2014.08.058>
- Nord-Larsen T., Cao Q.V., 2006 – *A diameter distribution model for even-aged beech in Denmark*. *Forest Ecology and Management*, 231 (1-3): 218-225. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2006.05.054>
- Oliver C.D., Larson B., 1996 – *Forest Stand Dynamics*. John Wiley & Sons Inc, New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore.
- Pannacci E., Bartolini S., Covarelli G., 2009 – *Evaluation of four poplar clones in a short rotation forestry in central Italy*. *Italian Journal of Agronomy*, 4 (4):191-198. <http://dx.doi.org/10.4081/ija.2009.4.191>
- Paris P., Mareschi L., Sabatti M., Pisanelli A., Ecosse A., Nardin F., Scarascia-Mugnozza G., 2011 – *Comparing hybrid Populus clones for SRP across northern Italy after two biennial rotations: Survival, growth and yield*. *Biomass and Bioenergy*, 35 (4): 1524-1532. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biombioe.2010.12.050>
- Petráš R., Mecko J., Nociar V., 2010 – *Diameter structure of the stands of poplar clones*. *Journal of Forest Science*, 56 (4): 165-170.
- Pretzsch H., 2009 – *Forest Dynamics, Growth, and Yield: From Measurement to model*. Springer, Berlin, Heidelberg. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-88307-4_1
- StatSoft, Inc., 2001 – *STATISTICA data analysis software system*, version 6, www.statsoft.com.
- Sandoval S., Cancino J., Rubilar R., Esquivel E., Acuña E., Muñoz F., Espinosa M., 2012 – *Probability distributions in high-density dendroenergy plantations*. *Forest Science*, 58 (6): 663-672. <http://dx.doi.org/10.5849/forsci.11-028>
- Scarascia-Mugnozza G.E., Ceulemans R., Heilman P.E., Isebrand J.G., Stettler R.F., Hinckley T.M., 1997 – *Production physiology and morphology of Populus species and their hybrids grown under short rotation. II. Biomass components and harvest index of hybrid and parental species clones*. *Canadian Journal of Forest Research*, 27 (3): 285-294. <http://dx.doi.org/10.1139/x96-180>

Van de Walle I., Van Camp N., Van de Castele L., Verheyen K., Lemeur R., 2007 – *Short-rotation forestry of birch, maple, poplar and willow in Flanders (Belgium) I - Biomass production after 4 years of tree growth*. Biomass and Bioenergy, 31 (5): 267-275.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.biombioe.2007.01.019>

Zar J.H., 2010 – *Biostatistical Analysis*. 5th Edition. Pearson Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ.
Zarnoch S.J., Dell T.R., 1985 – *An evaluation of percentiles and maximum likelihood estimators of Weibull parameters*. Forest Science, 31 (1): 260-268.

SESSIONE / *SESSION* 4

POSTERS

PEFC CERTIFICATION IN ITALY, STATE OF ART AND CONSUMERS RECOGNITION

Antonio Brunori¹

¹Secretary general PEFC Italy, Strada dei loggi, 22 - 06135 Perugia, Italy; info@pefc.it

PEFC is the most extensive Sustainable Forest Management certification scheme in Italy and in the world; in Italy has been present since 2001. As of 31 December 2014 PEFC forest certification in Italy was covering 821,933.69 hectares (9,38% of national forest surface), including 3,717 hectares of certified poplar plantation. Enterprises with PEFC chain of custody certification number 921, from wood and paper sectors, including non-wood forest product. Forest certification demonstrate itself to be an important communication tool of the forestry sector towards civil society, probably for its simple comprehension (correct management of forest resources) of complex planning and management activities.

Among its major objectives is the improvement of the image of forestry practitioners and forest product users; PEFC certification can be considered therefore a tool that provides assurances on the legal and sustainable origin of certified forest based products.

To analyze how the PEFC is internationally perceived and which role labeling is playing in the daily life of consumers, a consumer survey on benefits of forest certification was conducted with a sample of a total of 13,000 people in 13 countries, 1,000 men and women aged 16+ years per country, in Australia, Austria, Brazil, China, Finland, France, Germany, Italy, Japan, Spain, Sweden, UK and USA. The survey shows that PEFC is the most trusted global forest certification label, slightly ahead of FSC, the Forest Stewardship Council.

Internationally, 40% of consumers know a global forest certification label; the label recognition of PEFC, in World and Italian market, is at 21%.

Keywords: PEFC, Sustainable Forest Management, forest certification, consumer survey, forest based products.

Parole chiave: Gestione Forestale Sostenibile, certificazione forestale, indagine consumatori, prodotti di origine forestale.

1. About PEFC in Italy and in the world

PEFC, the Program for the Endorsement of Forest Certification schemes, is the most extensive forest certification system in the world and has been present since 1999. It was founded in Paris as an action of European small and family forest owners to demonstrate excellence in sustainable forest management.

This international system enables the certification of forests and plantations that are managed according to exacting economical, ecological and social sustainability standards. Furthermore, through PEFC Chain of Custody certification, it is possible to trace products from the forests to the final consumers. In the end of 2014, there are 264 million ha of forest area and around 750,000 forest owners certified and additionally more than 15,800 companies showing traceability as certified company in the chain of custody.

In Italy, as of 31 December 2014 PEFC forest certification in Italy covers over 821,933.69 hectares (with 3,717.65 hectares of PEFC certified poplar plantation) mostly in north-east Italy (the Friuli Venezia Giulia, Trentino Alto Adige, and Veneto regions), but certified forests can be found in other Administrative

Regions, such as Abruzzo, Lombardia, Piemonte, Sardegna and Toscana.

There are 921 enterprises with PEFC Chain of Custody certification from the wood and paper sectors and this number is growing fast (the annual percentage increment is around 20%).

Among PEFC's major objectives is improving the image of forestry practitioners and forest product users. PEFC certification can be considered as a tool that provides the buyers of forest-based products with assurances on the origin of these products (wood, paper, non-wood forest products, etc.).

This is a role that has been recognized by the EU Timber Regulation 995/2010 and EU 607/2012 (forest certification may be used in the risk assessment procedure). Forest certification has demonstrated that it is an important tool for the forestry sector to communicate with civil society, thanks in particular to its simple depiction (the correct management of forest resources) of complex planning and management activities. This can be clearly seen through several private and public forest properties accepting the idea to invest in planning their forest management, in order to achieve forest certification.

2. Global Consumer Survey on forest certification

To analyze how the PEFC is internationally perceived and which role labelling is playing in the daily life of consumers a survey was conducted. It was the first PEFC Global Consumer Survey in general and was undertaken by German-based GfK on behalf of PEFC International with a sample of a total of 13,000 people in 13 countries, 1,000 men and women aged 16+ years per country, in Australia, Austria, Brazil, China, Finland, France, Germany, Italy, Japan, Spain, Sweden, UK and USA.

3. Results

The survey shows that more than 80% of consumers globally want companies sourcing certified material from sustainably-managed forests to use certification labels. Certification labels, such as the PEFC label, are the most trusted means of giving confidence to consumers that wood-based products are sustainably sourced. Consumers globally believe that it is important to make ethical choices, with 60% of all those surveyed agreeing that their shopping choice for a labelled product can make a positive difference to the world's forest.

Only a small minority, 10%, felt that their choice for a sustainably sourced product would not make a difference. Moreover, nearly 30% of all consumers responded that they actively look for forest certification labels.

The research shows that over half of all consumers (54%) consider certification labels as the most reassuring proof that environmental and sustainable development considerations have been taken into account.

Other means of proof include country of origin (30%), brand (24%) and recommendations by family/friends and media (17% and 16% respectively).

The overwhelming majority of consumers globally - more than 80% - want companies to use labels on products to communicate their responsible sourcing practices to them. Only 4% disagreed that companies should use labels.

Internationally, 40% of consumers know a global forest certification label; the label recognition of PEFC, in World and Italian market, is at 21%. Regarding consumers trust on certification labels, PEFC resulted to be a trusted global forest certification label, as much as FSC, the Forest Stewardship Council.

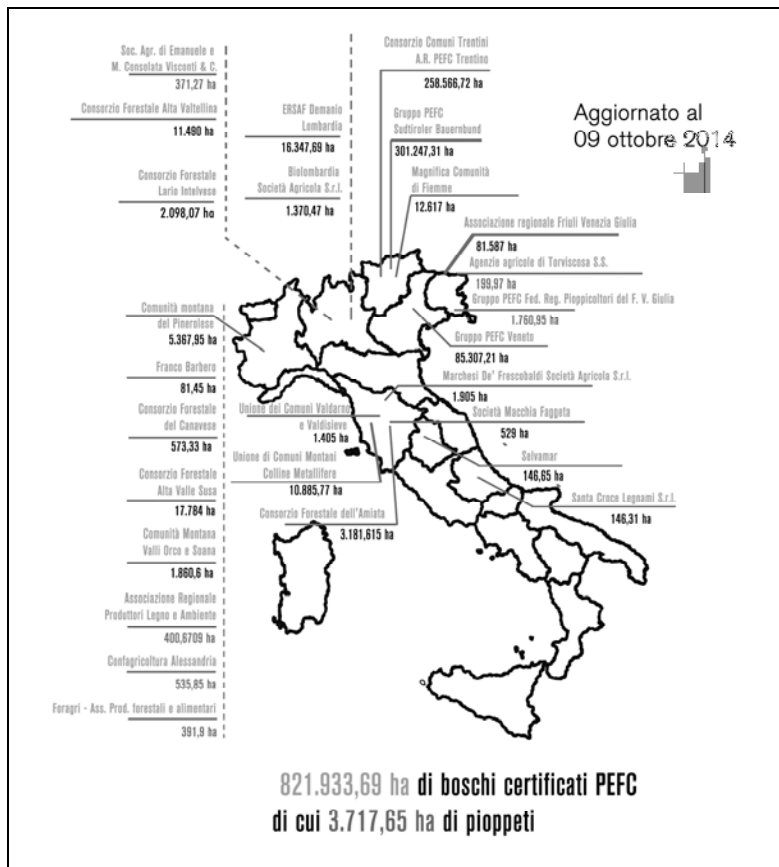


Figure 1. PEFC certified forests in Italy.



Figure 2. PEFC certified forests distribution in Italy.

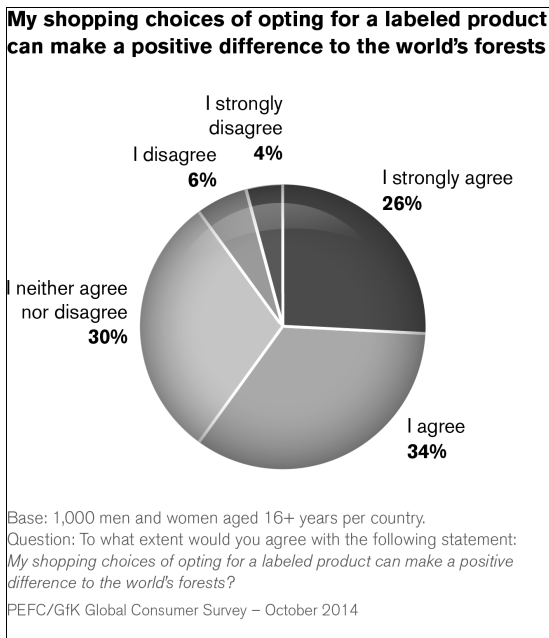


Figure 3. Result of survey about the important of forest certification for the future of world's forests.

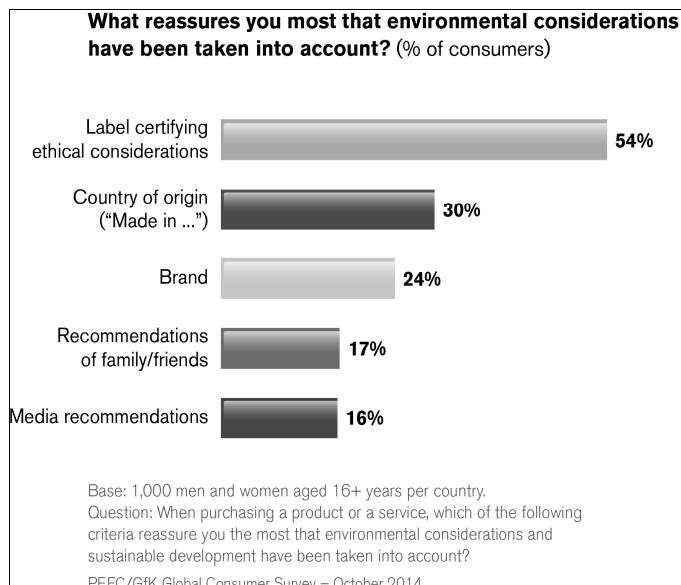


Figure 4. Result of survey about which message is most trusted in offering environmental information about a product.

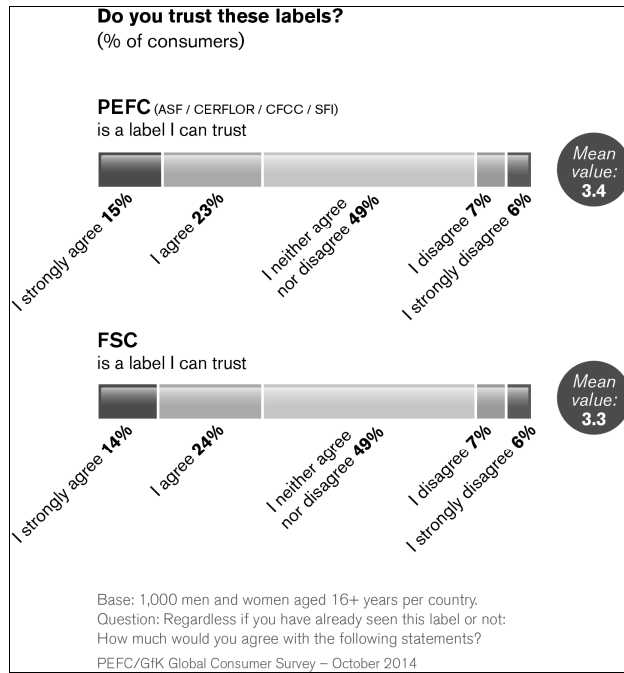


Figure 5. Result of survey about which certification scheme is trusted the most among consumers.

SUMMARY

Certificazione PEFC in Italia, stato dell'arte e riconoscibilità tra i consumatori

Il PEFC è il più diffuso schema di certificazione forestale nel mondo e in Italia. Al 31 dicembre 2014 in Italia la certificazione della gestione forestale sostenibile interessava 821.933,69 ettari (9,38% della superficie nazionale a bosco), compreso 3.717 ettari di pioppeti. Interessa regioni come il Friuli Venezia Giulia, il Veneto e il Trentino Alto Adige ma è presente anche in Abruzzo, Lombardia, Piemonte, Sardegna e Toscana. Le aziende con certificazione di catena di custodia erano 921, di tutti i settori del legno e carta, comprendendo i prodotti forestali non legnosi. Da un punto di vista pratico, la certificazione forestale rappresenta uno strumento di marketing a disposizione del settore forestale, perché permette ai suoi operatori

di comunicare con la società civile e con il pubblico sulle modalità stesse della gestione delle risorse forestali, in termini semplici e comprensibili.

Per analizzare quanto la certificazione sia percepita dal mercato internazionale e che ruolo giochi nella vita quotidiana dei consumatori, è stata effettuata una indagine internazionale sul valore della certificazione forestale e 1.000 persone, di età superiore ai 16 anni, sono state intervistate in ognuno dei 13 stati selezionati, cioè Australia, Austria, Brasile, Cina, Finlandia, Francia, Germania, Giappone, Gran Bretagna, Italia, Spagna, Svezia e USA.

Il PEFC è risultato essere il marchio di certificazione forestale globale più affidabile, leggermente più di FSC, Forest Stewardship Council. A livello internazionale, il 40% dei consumatori conosce un marchio di certificazione forestale globale; il riconoscimento del marchio PEFC, nel mercato italiano e mondiale, è al 21%.

ISPRA ROLE IN THE PROFORBIOMED PROJECT

Lorenzo Ciccicarese¹, Carmela Cascone¹, Piera Pellegrino¹

¹ISPRA, Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, Roma; lorenzo.ciccicarese@isprambiente.it

Led by the Spanish region of Murcia 18 different institutes and research bodies belonging to six different countries of the Mediterranean basin applied to the MED programme strategic call “Improving of the energy efficiency and promotion of renewable energy sources” submitting the project, PROFORBIOMED (PROmotion of residual FORestry BIOmass of the MEDiterranean basin). Main aim of the project is to promote renewable energies in rural areas by developing integrated strategy for the sustainable use of forest biomass as a renewable energy source, improving forest management systems, recovering forest biomass potential and developing new opportunities and better governance. It involves all the stakeholders of rural areas and develops clusters and networks that bring together private and public sectors, developing pilot projects on 13 issues that strength cooperation among actors. In this context, ISPRA role in the project is to assess the impact of Short Rotation Forestry plantation, in particular of alien genotypes, on the environment, landscape and biodiversity. For this purposes, some studies and field samples have been conducted. Also the impact of forest biomass harvesting/extraction on forest functionality and biodiversity at different trophic and ecological level have been monitored in 8 forest areas distributed in Tuscany, Latium and Campania. Finally, ISPRA is promoting the “cascading use” of wood and construction of local clusters by organizing dedicated workshops and involving local stakeholders. Dissemination of results has been achieved making documentary videos.

Keywords: forest, short rotation forestry, biomass, impact, cluster.

Parole chiave: foresta, piantagioni a ciclo breve, biomassa, impatti, filiera.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-lc-isp>

1. Introduction

Led by the Spanish region of Murcia (Department of Nature Heritage and Biodiversity) and with the support of EuroVértice, a consultancy firm specialized in European projects whose aim is to help public and private institutions willing to access programs and initiatives of the European Union, 18 different institutes and research bodies belonging to 6 different countries of the Mediterranean basin applied to the MED programme strategic call “Improving of the energy efficiency and promotion of renewable energy sources” submitting the project, which was then successively selected without any condition, PROFORBIOMED PROmotion of residual FORestry BIOmass of the MEDiterranean basin (PROFORBIOMED, 2010).

At EU level, the European Environment Agency reports (6/2013, 10/2008, 7/2006) give data about the share of energy consumption in EU and provide assessment of potential production of bioenergy without negative environmental impacts (around 10% by 2020). Using forestry residues as feedstock is more resource efficient than many other types of raw material, as it does not add pressure on land and water resources and offers very high greenhouse gas savings. The Renewable Energy Directive (RED, EC, 2009) sets a general binding target for the European Union to derive 20% of its final energy from renewable sources by

2020. Within this framework, PROFORBIOMED is linked to the promotion of the use of renewable energies by the development of an integrated strategy for the use of the forest biomass as a renewable energy source that demonstrates, applies and transfers sustainable management systems adapted to the different MED forest conditions. The strategy relies on the valorisation of the forests and their consideration as potential sources of incomes in rural areas that need proper management and maintenance (in environmental terms). It implies the involvement of all stakeholders of rural areas, the development of clusters and networks and the strengthening of the cooperation between public and private actors, developing political and social commitments and joint initiatives.

1.1 Geographic coverage

PROFORBIOMED involves 18 partners from 6 countries and 16 MED regions (Figure 1). Consequently the project has reached a complete geographic coverage integrating national, regional and local partners that cover the most important forest areas in the MED territories, including 4 national institutes, 5 regional bodies and 3 local authorities (and their 6 different structures). This strategy has tried to imply in the project all related stakeholders, to include all needs of the MED areas and actors in the project and to increase the transferability of the project results. This multi-level

approach is replicated in every country participating, where at least two of the different levels (national, regional, local) are represented and where the partners have been chosen to represent different key forest areas and/or to complement its work in the same area.

1.2 Summary of the project

PROFORBIOMED promotes renewable energies (RE) in MED areas by developing an integrated strategy for the use of the forest biomass as a RE source, recovering the forest biomass potential, developing technical and legal aspects and promoting the use of forestry biomass for energy. The strategy relies on the involvement of key stakeholders in a forestry biomass production chain that takes into account sustainability and compatibility with other uses and provides new economic opportunities. It has a multi-sectorial dimension, working with public and private stakeholders related to forestry biomass chains at all levels (from European to local) and affecting 5 key policies: industry, energy, forests, agriculture and environment. It works on the valorisation of the forests as active sources of income that need proper management. The innovative aspects of the Project are related to the involvement of the diverse public and private stakeholders in the development of forestry biomass sector policies and actions.

The project has focused on the current weak points that prevent forestry biomass to be relevant for a sustainable development of territories, developing technical issues, supporting tools and policies, involving all stakeholders and creating structures that support the cooperation between public and private actors. On the other hand, it will develop pilot experiences on 13 topics, trying to reinforce the cooperation among stakeholders and serving as demonstration and transfer tools of know-how on technical and management issues. The project has brought on strategic long term impacts in rural areas on social, economic and environmental conditions and public policies. The main outputs will be technical proposals on practices and policies, a model on public support scheme and financing opportunities in forest biomass chain, development of agreements between public and private actors, transfer and application of know-how regarding forest and biomass management, creation of clusters and networks in rural areas and implementation of the smart grids concept to the biomass production chain.

The most relevant result is the promotion of RE and the involvement of key stakeholders in a forestry biomass production chain that improves governance of rural areas, reduces natural risks and fosters new economic opportunities. Moreover, results will contribute to restore the potential and conservation status of Mediterranean forests, halting their declining and promoting their active management and conservation.

2. Strategic Impacts

The project is expected to support changes in MED rural areas that bring on strategic long term impacts in the MED area. These strategic impacts are related to two different aspects:

- 1) the project promotes a new management approach in forest areas, proposing a closer cooperation and joint work between the different stakeholders and strengthening the cooperation between private and public actors;
- 2) the project results can create a totally different new dynamic in rural areas, creating new opportunities and relationships leading to the revitalization of MED rural areas based on the promotion of the sustainable energy use of biomass.

This means a major structural change in the rural areas, currently declining since forests have not reached the multifunctionality characteristics that European rural policies have set as an objective for sustainable management. The necessary changes these rural areas need to reach the objectives include administrative, technical, social, legal and communication issues.

2.1 Economic impacts

The enhanced forest activity would be an essential element to obtain rural incomes and permit the existence of an important industrial base. It would create new business opportunities, private investments, new job opportunities and revenues in the area.

2.2 Social impacts

The implication of all the actors and the development of networks, plans, actions and tools that support the joint activities of the different stakeholders of the forest chain and the coordinated work of public and private sectors means a major change in the rural areas, where the lack of cooperation and the different approaches that private and public actors develop in forest management is considered as a major problem. On the other hand, the creation of economic opportunities would help to set population in rural areas.

2.3 Environmental impacts

A sustainable use of forest to produce energy from biomass would reach to a reduction in the current risks that threaten MED forests, specially tree diseases and pests and forest fires due to the lack of maintenance works. This is caused by the lack of profitability of the forests. A change on this situation would mean a clear positive impact on biodiversity and the environmental value of rural areas. On the other hand, the promotion of wood biomass use for heat and power would support the EU objectives on renewable energies.

2.4 Policy impacts

The success of the new approach proposed would change the way public administrations works in rural areas, changing policies and supporting tools, creating a new framework that could extend to national and European policies.

The sustainability of the project is assured due to the issues of the project, the partnership composition, the involvement of all stakeholders of rural areas in the project activities and the expected results of the project.

On one hand, forest management policies need a long term planning and strategies so the project is designed with a long term perspective. Besides this, the partnership includes local and regional administrations (with compe-

tences in forest management) of all countries included in the project. These administrations are in charge of forest policies and its needs, strategies and current activities have been used for the development of this project. This assures that the activities and results of the project will be integrated in local and regional policies and initiatives.

On the other hand, the integrative approach of the project, including all kind of stakeholders, means a guarantee for a sustainable implementation and sustainability of the project. One of the main tasks of the project is the development of networks that promotes the joint work of different actors. There is a specific axis in the pilot activities focused on the development of the territorial framework, strengthening the stakeholder's implication and the building up of clusters, the setting up of agreements, political commitments between local and regional administrations and the rest of stakeholders and permanent structures to dynamize the rural areas.

The creation of strong, permanent links among stakeholders will boost future cooperation, supporting the sustainability of the activities after the end of the project. Project results will serve as demonstrative actions to promote the innovative approach that PROFOR-BIOMED proposes. This will support the development of new activities and the continuation of the project beyond the end of the European financing.

Finally, the partnership includes partners with specific assets in communication and dissemination activities at international level that will strengthen the transfer actions.

3. ISPRA role

'Fondazione Lombardia per l'Ambiente' (FLA), 'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale' (ISPRA) and 'Dipartimento Regionale Azienda Foreste Demaniali' Regione Sicilia (DRAFD) are the Italian partners in the project. The role of ISPRA in the project is to assess the impact of forest biomass harvesting/extraction on forest functionality and biodiversity at different trophic and ecological level and monitor the impact of Short Rotation Forestry (SRF) plantation on the environment and biodiversity. In particular the Institute has carried out pilot actions: 1.1, 1.4 and 1.6.

3.1 Pilot action 1.1 Assessment of the structural diversity of forest habitats

Data on forest structure has been collected also with the aim of quantifying the level of biomass harvesting/extraction (Bianco and Ciccicarese, 2013; Ciccicarese *et al.*, 2014).

It should serve as a basis for developing a method for assessing the biological and socio-economic amount of forest and out of forest biomass that can be taken in a sustainable manner (within the limits of natural renewability of the resource) and allocable to the supply of energy plants. Thus, in the reports we firstly describe general features of Lazio, including topography and geology, climate and land use, as well as societal and economic characteristics. Then we assess the bioenergy potential of forest and out of forest in the

region. The main factors driving the increase in Latium's dendro-energy potential are productivity increases and the additional area available for dedicated short rotation forest plantations. However, unless the correct incentives and safeguards are put in place to mobilize the potential in an environmentally-friendly way, even a significantly lower exploitation of the biomass resource than projected could lead to increased environmental pressures, especially if sites are severely disturbed.

This results will provide policymakers the needed information and data to develop clear regional-level policy goals for forests and energy that reflect the principles of sustainable development and sustainable forest management.

3.2 Pilot action 1.4 Assessment of the environmental impact of forest biomass harvesting or extraction

To be able to properly assess the impact of forest biomass harvesting/extraction on forest functionality and biodiversity vascular plants have been monitored in particular using floristic assemblage, Ellenberg indicators, Emeroby index. (Cipollaro and Colacino, 2005; Crosti *et al.*, 2010). To evaluate the impact of forest biomass harvesting/extraction on forest functionality and biodiversity at different ecological level 8 forest areas distributed in Tuscany, Latium and Campania have been monitored. Data suggest the importance to calibrate the tree-cutting maintaining the woodland structure to avoid the radiation (L) increase and the consequent disturbance (H).

The analysis of the ecosystem through the humus/soil parameters and Ellenberg ecological indicators applied to flora and vegetation demonstrated to be an effective tool to detect and monitor the conservation forest status.

3.3 Pilot action 1.6 Demonstration plots with short rotation energy plantations

To monitor the threat of energy plantations on biodiversity the impact of already established plantation of SRF has been investigated in different region with the aim of assessing the potential impact on the environment and also to monitor effects of using alien invasive genotypes on the biodiversity (Crosti and Forconi, 2006; Crosti *et al.*, 2010). Moreover, guidelines to reduce the impact of SRF on biodiversity has been produced (CoE, 2009, Bianco *et al.*, 2014). Also CO₂ accumulation pools in a short rotation forestry plantations and its impact on GHG emissions has been estimated applying the CO₂FIX model (Ciccicarese *et al.*, 2014).

3.4 Other Results

Finally, ISPRA is promoting the use of woody biomass among local stakeholders for heat and power purposes, thereby reinforcing the message of the BIOENERGY CLUSTER in the territory of Viterbo to develop biomass and bioenergy use for a greener and more prosperous local and rural economy. The development of the territorial framework, strengthening the stakeholder's implication and the building up of clusters, the setting up of agreements, political commitments between local and

regional administrations and the rest of stakeholders and permanent structures dynamize the rural areas.

The creation of strong, permanent links among stakeholders will boost future cooperation, supporting the sustainability of the activities after the end of the project. ISPRA also produced the position paper titled FAVOURING THE CASCADE USE OF WOOD FOREST PRODUCTS, about cascading use of wood as stated in the EU Forest Strategy (EC, 2013).

The “cascade” principle implies the use of wood material according to a priority based on the added value that can be potentially generated, so raw material from the forests should be preferably used for building, furniture and other products with long life span, while bioenergy should preferably derive from the use of waste wood, wood residues or recycled products.

The energy use of wood (after recycling opportunities to produce other products have been exhausted) is thus considered as the least valuable option among several uses.

Dissemination of results has been achieved making documentary videos:

- FORESTE DI ITALIA (<http://www.youtube.com/watch?v=ttqZAqnszKU>)

- FOREST, WOOD, ENERGY - A FILIÈRE (<http://www.isprambiente.gov.it/it/documentariispra/documentari>).

Message of the videos is about the possibility of stocking the wood for months, even years if necessary, and reuse it later on; this is not possible with other renewable energy sources, such as solar or wind. That’s why biomass is a very interesting source with a considerable potential.

In this framework PROFORBIOMED project was intended to evaluate the potential of this sustainable and renewable energy source in the Mediterranean countries, where the supply chain that involves first of all the management of the woods, then the management of the fuel and of the energy plant, is less developed than in central and northern Europe countries.



Figure 1. PROFORBIOMED involves 18 partners from 6 countries and 16 MED regions.

Figura 1. PROFORBIOMED coinvolge 18 partner da 6 paesi e 16 regioni MED.

RIASSUNTO

Il ruolo di ISPRA nel progetto PROFORBIOMED

La Regione Murcia e 18 diversi istituti ed enti di ricerca appartenenti a sei diversi paesi del bacino del Mediterraneo hanno presentato nell’ambito del programma MED denominato “*Improving of the energy efficiency and promotion of renewable energy sources*” la proposta

di progetto PROFORBIOMED “*PROmotion of residual FORestry BIOmass of the MEDiterranean basin*”.

Lo scopo principale del progetto è promuovere le energie rinnovabili nelle zone rurali attraverso lo sviluppo di strategie integrate per un utilizzo sostenibile della biomassa forestale come fonte di energia rinnovabile, migliorando i sistemi di gestione forestale, recuperando il potenziale della biomassa forestale e sviluppando nuove opportunità per una migliore *governance*. Il progetto si sviluppa attraverso azioni pilota che rafforzano la

cooperazione tra i paesi *partner* coinvolti e mirano a mettere in rete i soggetti pubblici e privati interessati nelle zone rurali sviluppando *cluster* e filiere.

Il ruolo ISPRA nel progetto è valutare l'impatto delle piantagioni forestali a ciclo breve (SRF - Short Rotation Forestry), in particolare genotipi alieni, sull'ambiente, il paesaggio e la biodiversità. Per tale fine, sono stati condotti alcuni studi e rilievi sul campo.

È stato monitorato anche l'impatto dell'estrazione / raccolta della biomassa forestale sulla funzionalità del bosco e sulla biodiversità a diversi livelli trofici ed ecologici in 8 aree forestali distribuite in Toscana, Lazio e Campania. Infine, ISPRA sta promuovendo il "cascading use" del legno e la realizzazione di *cluster* locali attraverso l'organizzazione di workshop dedicati e il coinvolgimento degli *stakeholder* locali. La diffusione dei risultati viene effettuata anche grazie alla realizzazione di video documentari.

BIBLIOGRAPHY

- Bianco P., Ciccarese L., Jacomini C., Pellegrino P., 2014 – *Impacts of short rotation forestry plantations on environments and landscape in Mediterranean basin*. Rapporti 196. ISPRA -Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, Roma. ISBN 978-88-448-0648-4.
- Bianco P., Ciccarese L., 2013 – *Structural diversity of forests in Lazio*. Rapporti 183. ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, Roma. ISBN 978-88-448-0618-7.
- Ciccarese L., Bianco P., Mandrone S., Pellegrino P., Vicini C., 2014 – *Assessing the bioenergy production of forest and out of forest in Lazio*. Rapporti 199 ISPRA -Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, Roma, pp. 61. ISBN 978-88-448-0657-6
- Ciccarese L., Pellegrino P., Silli V., Zanchi G., 2014 – *Short rotation forestry and methods for carbon accounting. A case study of Robinia pseudoacacia L. plantation in central Italy*. Rapporti 200. ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, Roma. ISBN 978-88-448-0658-3.
- Ciccarese L., Cascio G., Cascone C., 2006 – *Biomassa legnosa da foresta e da fuori foresta. Offerta ed effetti ambientali in Italia*. Sherwood, Foreste e Alberi Oggi.
- Cipollaro S., Colacino C., 2005 – *Bryoflora of the beech-silver fir coenosis of Mount Motola (National Park of Cilento & Vallo di Diano) - Teggiano (Salerno, S-Italy)*. Flora Mediterranea.
- Council of Europe, 2009 – *Invasiveness of biofuel crop species and potential halt to natural habitat and native species*.
- Crosti R., De Nicola C., Fanelli G., Testi A., 2010 – *Ecological classification of beech woodlands in the Central Apennine through frequency distribution of Ellenberg indicators*. Annali di Botanica.
- Crosti R., Cascone C., Cipollaro S., 2010 – *Use of a weed risk assessment for the Mediterranean region of Central Italy to prevent loss of functionality and biodiversity in agro-ecosystems*. Biological Invasion, 12 (6): 1607-1616.
<http://dx.doi.org/10.1007/s10530-009-9573-6>
- Crosti R., Forconi V., 2006 – *Espansione delle colture da biomassa sul territorio italiano: incognite legate all'introduzione di specie aliene potenzialmente invasive*. In: Atti Convegno APAT Colture a scopo energetico ed ambiente.
- EC, 2013 – *A new EU Forest Strategy: for forests and the forest-based sector*. Brussel, COM (2013), 659 final.
- EC, 2009 – *Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC*, (OJ L 140/16).
- European Environment Agency, 2013 – *EU bioenergy potential from a resource-efficiency perspective*. EEA Technical report No 6/2013.
- European Environment Agency, 2008 – *Maximising the environmental benefits of Europe's bioenergy potential*, EEA Technical report No 10/2008.
- European Environment Agency, 2006 – *How much bioenergy can Europe produce without harming the environment?* EEA Report No 7/2006.
- PROFORBIOMED, 2010 – www.proforbiomed.eu - www.isprambiente.gov.it/it/progetti/sviluppo-sostenibili-1/proforbiomed (Ref : 3658 | Submitted version).

CONNESSIONI TRA ACQUE REFLUE E BIOENERGIE: UN'ANALISI EMPIRICA

Mario Cozzi¹, Mauro Viccaro¹, Francesco Di Napoli¹, Gennaro Ventura¹, Severino Romano¹

¹Università degli Studi della Basilicata, Potenza; mario.cozzi@unibas.it

Le colture energetiche irrigate con le risorse idriche non convenzionali su larga scala potrebbero diminuire gli impatti negativi derivanti dall'uso dei combustibili fossili, e allo stesso tempo salvaguardare le risorse idriche potabili e ridurre l'inquinamento nelle acque superficiali, in particolare in ambienti caratterizzati da carenza idrica come il bacino del Mediterraneo. *Short Rotation Forestry* (SRF) con pioppi e salici irrigati con acque reflue, noti come "*vegetation filter system*", sono una valida alternativa ai sistemi forestali e di depurazione delle acque convenzionali per il raggiungimento degli obiettivi ambientali ed energetici fissati dall'Unione europea e per aumentare il reddito degli agricoltori. Problemi di pianificazione energetica sono problemi complessi con più decisori e criteri. Data la natura territoriale del problema, la ricerca propone un sistema spaziale di supporto alle decisioni in GIS (*Geographic Information System*) per valutare la fattibilità agronomica ed economica dei *vegetation filter system* nella regione Basilicata. I risultati mostrano che le distanze tra le aree di SRF e i depuratori sono il fattore chiave. Da 163 impianti di depurazione attivi, solo 25 sono economicamente convenienti e in grado di irrigare 864 ettari di SRF. Questo dimostra che c'è un grande potenziale nella regione per lo sviluppo delle bioenergie, con vantaggi economici, mettendo in evidenza l'ampia disponibilità di siti con benefici netti fino a 46,000 €/ha e periodo di ammortamento tra i 3 e 10 anni.

Parole chiave: bioenergia, short-rotation forestry, acque reflue, analisi geografica multicriteriale, analisi degli investimenti.

Keywords: bioenergy, short-rotation forestry, wastewater, geographical multicriteria analysis, cost-effective evaluation.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-mc-con>

1. Introduzione

La realizzazione di impianti di *short rotation forestry* (SRF) multifunzionali, quali i "*vegetation filter system*", è diventata una valida alternativa alle SRF convenzionali. Quanto affermato è determinato dai notevoli benefici economici e ambientali che ne derivano (Rosenqvist e Dawson, 2005b; Berndes *et al.*, 2008; Ericsson *et al.*, 2009; Dimitriou e Rosenqvist, 2011). Tali impianti, irrigati con acque reflue e realizzati con specie quali salici (*Salix spp.*) e pioppi (*Populus spp.*), sono destinati alla produzione di biomasse energetiche e alla fitodepurazione (Guidi *et al.*, 2008), in quanto le acque reflue forniscono alle piante acqua e sostanze nutritive (specialmente azoto e fosforo), favorendone la crescita e l'aumento della traspirazione, purificano le acque attraverso l'assorbimento degli elementi presenti in esse (BIOPROS, 2008). Nonostante però i numerosi vantaggi economici e ambientali mostrati dalle sperimentazioni effettuate in diversi paesi del centro-nord Europa (Rosenqvist e Dawson, 2005a, 2005b; Börjesson e Berndes, 2006; BIOPROS, 2008; Dimitriou e Aronsson, 2011; Dimitriou e Rosenqvist, 2011; Holm e Heinsoo, 2013) e nonostante la legislazione italiana consenta l'uso di acque reflue in agricoltura, le applicazioni in Italia di SRF multifunzionali sono esigue (BIOPROS, 2008; Guidi *et al.*, 2008). Il presente lavoro ha quale obiettivo la realizzazione e l'applicazione di un modello di analisi

spaziale in ambiente GIS (*Geographic Information System*) volto ad individuare aree potenzialmente idonee alla realizzazione di *vegetation filter systems*. Ponendo come base di partenza informativa gli impianti di trattamento delle acque reflue (WWTP, *wastewater treatment plant*) presenti, risulta praticabile l'impiego di un modello di analisi territoriale al fine di valutare la fattibilità di eventuali investimenti nel settore bioenergetico (Cozzi *et al.*, 2013). Il modello realizzato è stato applicato alla regione Basilicata, caratterizzata da un clima prettamente mediterraneo e interessata da fenomeni di carenze idriche, specialmente nel periodo estivo, che giustificano l'adozione di acque non convenzionali per l'irrigazione in agricoltura, al fine di non intaccare le disponibilità d'acqua potabile ad uso urbano. L'intero modello è stato costruito tenendo presente non solo della sostenibilità ambientale (corretto uso delle acque reflue, esclusione di aree vulnerabili a nitrati) ma anche della convenienza economica derivante dalla realizzazione di SRF fertirrigate con acque reflue urbane, elementi che sono alla base della reale potenzialità per la diffusione di tali sistemi.

2. Materiali e metodi

2.1 Modello di analisi spaziale

Un GIS può essere definito come l'insieme complesso di risorse hardware, software, umane ed intellettive per acquisire, processare, analizzare, immagazzinare e

restituire in forma grafica ed alfanumerica dati riferiti ad un territorio (ENEA, 2006). I *software* GIS dispongono di una serie di strumenti di analisi spaziale grazie a quali è possibile creare, interrogare, mappare e analizzare i dati *raster*, eseguire analisi integrate *raster*/vettoriale, ricavare nuove informazioni dai dati esistenti, richiedere informazioni su più livelli di dati e integrare pienamente i dati *raster* con dati vettoriali tradizionali (ESRI, 2001). Un modello GIS restituisce generalmente un *output* derivante da una serie di mappe di base e può comprendere interi alberi gerarchici di dati e funzioni. Il modello adottato nel presente lavoro, schematizzato in Figura 1, è stato implementato utilizzando *software* GIS provvisti di strumenti di analisi spaziale.

La banca dati geografica di input è costituita da una serie di mappe caratterizzanti il territorio e contenenti le informazioni necessari all'analisi (Fig. 2). Il dato relativo ai WWTP è completo della tabella attributi contenente informazioni circa il numero identificativo, la portata (m³) mensile e stagionale, la quota. Ove opportuno, il dato vettoriale è stato convertito in immagini *raster* per l'esecuzione delle funzioni di analisi spaziale. Per quanto riguarda la *land suitability map* è stata ottenuta utilizzando un metodo di analisi multicriteriale rivolto all'individuazione puntuale delle superfici idonee alla coltivazione di SRF con pioppi e salici (paragrafo 2.1.1). L'*irrigation water requirement* (IWR) e la produttività delle colture sono state calcolate per ciascuna coltura esaminata (paragrafo 2.1.2).

Dalla prima dipende la capacità irrigua dei WWTP, intesa come la superficie di terreno che può essere irrigata dalla portata di ciascun WWTP ed è espressa dal rapporto tra la portata (m³) e l'IWR (m³/ha) stagionali, mentre il calcolo della produttività si è reso necessario per quantificare il beneficio economico derivante dalla vendita del cippato. Il *layer* del beneficio fondiario riporta i valori ad ettaro di seminativi, prati e pascoli per le differenti regioni agrarie. L'area di studio include tutto il territorio della Regione Basilicata, rappresentata da strati informativi georeferenziati in formato *raster* con risoluzione spaziale di 100x100 m, utilizzando come sistema geografico di riferimento *Gauss Boaga Est*, su datum Monte Mario - Roma 1940. La scelta di tale risoluzione spaziale è dipesa da un aspetto puramente pratico: l'area di ciascun pixel, pari ad un ettaro, risulta essere l'unità di riferimento ottimale per l'analisi in questione. Le funzioni di analisi spaziale adottate nel presente lavoro, comuni alla maggior parte dei *software* GIS disponibili in commercio, sono riassunte nella Tabella 1. Come è possibile notare dalla Figura 1, la realizzazione del modello ha seguito un percorso logico, alla base del quale vi è il *raster* relativo alle aree d'influenza dei WWTP, individuati a partire dalla mappa di ubicazione degli WWTP. Attraverso la funzione *distance allocation*, ad ogni WWTP è attribuito il numero identificativo del depuratore di pertinenza, tale che tutte le informazioni ricavate all'interno di ciascun'area siano facilmente collegabili ad esso.

2.1.1 Land suitability

L'analisi di idoneità d'uso del suolo per la realizzazione di SRF con salici e pioppi è stata condotta mediante l'uso congiunto di tecniche MCE (*Multi-Criteria Evaluation*) con i GIS. L'integrazione di tecniche MCE-GIS può essere utile per risolvere situazioni conflittuali in contesti spaziali (Janssen e Rietved, 1990; Malczewski, 2004, 2006), anche come approccio efficace nell'analisi di idoneità d'uso del suolo (Malczewski 2004; Romano e Cozzi 2006; Romano *et al.*, 2013a; Cozzi *et al.*, 2014). Tale integrazione può essere pensata come un processo che combina e trasforma dati spaziali e dati non spaziali (*input*) in un risultato decisionale (*output*), definendo una relazione tra le mappe di ingresso e la mappa di uscita ottenuta a partire da dati geografici e dalle preferenze decisionali, manipolati in base a regole decisionali specificate (Malczewski, 2004).

Nell'ambito delle tecniche MCE, il metodo adottato in questo lavoro è stato quello della *Ordered Weighted Averaging* (OWA) con l'uso dei quantificatori linguistici relativi (così come proposto in Romano *et al.*, 2013a). La scelta di tale metodo è giustificata dalla maggiore flessibilità rispetto ad altri metodi MCE: un quantificatore linguistico è in grado di rappresentare al meglio le informazioni qualitative del decisore rispetto alla sua percezione del rapporto tra i diversi criteri di valutazione, in particolar modo quando nell'analisi sono coinvolti un gran numero di mappe criterio.

Dato un insieme di mappe criterio standardizzate mediante funzioni *fuzzy* [0,1] (Zadeh, 1965), il metodo richiede che siano calcolati due serie di pesi: i pesi criterio e i pesi ordine. Mentre i primi sono calcolati mediante metodo AHP (*Analytical Hierarchy Process*) (Saaty, 1980), i pesi ordine sono definiti dall'equazione:

$$v_j = \left(\sum_{k=1}^j u_k \right)^\alpha - \left(\sum_{k=1}^{j-1} u_k \right)^\alpha \quad (1)$$

dove u_j è il peso criterio riordinato in base al valore della mappa criterio (j), per $j=1,2, \dots, n$, e α è il parametro legato al quantificatore linguistico RIM (*Regular Increasing Monotone*) (Yager, 1996; Malczewski, 2006). Le mappe criterio, le funzioni *fuzzy* e il quantificatore linguistico ("A few", $\alpha=0.5$) utilizzati nell'analisi sono quelli proposti da Romano *et al.* (2013a). Le mappe ordinate sulla base del loro valore e il valore dei pesi calcolati sono riportati in Tabella 2. È da sottolineare che sono state escluse dall'analisi i terreni la cui destinazione d'uso era tale da non poter essere disponibili per le SRF, quali superfici artificiali, colture permanenti, territori boscati, zone umide e corpi idrici.

2.1.2 Irrigation water requirement e biomass productivity

Al fine di stimare la superficie di terreno che può essere irrigata con le portate di ciascun WWTP, è stata effettuata un'analisi approfondita sull'IWR di ciascuna coltura considerata.

L'irrigation water requirement (IWR) può essere definita come la quantità di acqua che deve essere somministrata in aggiunta alle precipitazioni per soddisfare i fabbisogni idrici delle colture, ed è data dalla differenza tra l'evapotraspirazione colturale (ET_c) e la quantità di precipitazioni effettivamente utilizzate dalle piante (Pe) (FAO, 1986):

$$IWR = ET_c - Pe \quad (2)$$

dove $ET_c = ET_0 \times K_c$ con ET_0 evapotraspirazione di riferimento e K_c coefficienti colturali (FAO, 1998); $Pe = fc(1.253 \times P^{0.824} - 2.935) \times 10^{0.001 ET_c}$ con fc fattore correttivo dipendente dalla riserva utile del terreno (nel presente lavoro è assunto pari a 1, condizione pedologica standard); P , precipitazione totale mensile (USDA, 1993). Nel caso dei *vegetation filter*, l' ET_c rappresenta anche la quantità massima di acque reflue che può essere somministrata alla coltura senza rischi d'inquinamento ambientale derivante da fenomeni di lisciviazione (Pistocchi *et al.*, 2009). Nel presente studio l' ET_c e le Pe sono stati calcolati a partire da immagini raster rappresentati ET_0 e P , mentre i valori di K_c delle colture considerate derivano da un lavoro condotto sui *vegetation filter* in ambiente mediterraneo (Guidi *et al.*, 2008). In questo modo è stato possibile calcolare l'IRW mensile e stagionale per entrambe le stagioni di crescita (ciclo biennale delle colture), convertite successivamente in metri cubi.

La produttività è stata calcolata partendo dal concetto di *water-use efficiency of productivity* (WUE) (Fisher *et al.*, 2011). La WUE è ottenuta dividendo la biomassa prodotta, espressa come sostanza organica secca, per l'acqua persa per traspirazione o evapotraspirazione (Cienciala e Lindroth, 1995; Linderson *et al.*, 2007; Forrester *et al.*, 2010; Fisher *et al.*, 2011). Viceversa, moltiplicando la WUE (espressa in grammi di biomassa secca per chilogrammo di acqua evapotraspirata) per l' ET_c stagionale è possibile conoscere la produzione potenziale di biomassa secca annua. Al fine di mantenere una certa coerenza nelle stime, il valore della WUE è stato ricavato dal lavoro di Guidi *et al.* (2008), ed è pari a 2.14 e 2.4 g di biomassa secca per kg di acqua evapotraspirata rispettivamente per salici e pioppi. Considerando la biomassa prodotta in due stagioni di crescita è stato ottenuto il *raster* delle produttività biennali espresso in tonnellate di sostanza secca, poi convertito in tonnellate di sostanza fresca, considerando che la vendita del cippato avvenga a bordo campo. Le produttività stimate sono risultate molto alte, mediamente intorno a 73 tDM/ha nel biennio, quasi il doppio delle produzioni ottenute da Guidi *et al.* (2008). Ciò è dovuto ai tassi evapotraspirativi più alti di quelli da loro registrati negli ambienti ed alle condizioni da loro studiati.

2.2 Analisi economica

La possibilità di destinare terreni agricoli per la realizzazione dei *vegetation filter systems* dipende dalla convenienza economica di tali sistemi. A tal fine è stato effettuato il calcolo di alcuni indicatori economici, che

costituiscono un punto di riferimento per gli agricoltori nelle scelte alternative di investimento. Nello specifico l'analisi ha riguardato il calcolo del *Net Present Value* (NPV) e del *Payback Period* (PBP) delle superfici investite a SRF fertirrigate con acque reflue:

$$NPV = \sum_{k=0}^n \frac{FC_k}{(1+r)^k} \quad (4)$$

FC_k : flusso all'anno k dato dai benefici all'anno k meno i costi all'anno k ;
 k : durata dell'investimento;
 r : saggio di sconto.

$$PBP = \text{Initial Investment} / \text{Cash Inflow per Period} \quad (5)$$

La procedura logica seguita per la valutazione è consistita in una ricerca delle voci di costo (spese d'investimento e di gestione) e di beneficio (ricavi generati dall'investimento) prodotti dalle superfici investite a SRF e dalla realizzazione dell'impianto di fertirrigazione. La durata del ciclo produttivo viene considerata di 12 anni con ceduzioni biennali e una densità d'impianto di 10,000 $p \text{ ha}^{-1}$. I costi d'impianto, gestione e ripristino del fondo sono calcolati sulla base dei prezzi di mercato del materiale tecnico e delle tariffe orarie delle macchine e della manodopera e sulle esperienze sperimentali effettuate (Spinelli *et al.*, 2006; ENAMA, 2008; F.I.M.A.V., 2012). Si considera inoltre un saggio di sconto del 4.5%. Tale saggio è stato ottenuto sulla base dei rendimenti dei Buoni Poliennali del Tesoro (BTP) decennali, depurati dall'effetto inflazionistico, riscontrati in Italia (Banca d'Italia, 2013). Per quanto riguarda il beneficio fondiario, il suo valore è contenuto del database geografico.

I ricavi connessi all'investimento derivano invece dalla vendita del cippato, ottenuti moltiplicando le produzioni biennali per il prezzo di compravendita allo stato fresco (WC of 50%), che a bordo campo ammonta a 55 €/t. Quest'ultimo valore è stato desunto da rilevazioni presso gli impianti già attivi in regione Basilicata, da cui risulta che i prezzi di acquisto della biomassa all'imposto si aggirano tra €50-60 a tonnellata.

Tra le voci di ricavo non sono stati, tuttavia, considerati i possibili proventi generati sottoforma di Certificati Bianchi che porterebbero ad ulteriori vantaggi economici agli investimenti (Romano *et al.*, 2013b; Cozzi *et al.*, 2014).

I costi relativi all'impianto di fertirrigazione riguardano la realizzazione della condotta di adduzione dell'acqua dal WWTP alle superfici SRF e della vasca di raccolta, nonché l'applicazione di pompe e filtri per la distribuzione e il pretrattamento delle acque (AA.VV., 2012). Poiché il trattamento alternativo delle acque reflue con i *vegetation filter system* porta ad un vantaggio economico per le società responsabili per il trattamento delle acque, un ulteriore incremento della redditività dei *vegetation filter* per gli agricoltori potrebbe derivare dalla compensazione economica per accettare tali acque nei propri terreni.

Uno studio condotto in Irlanda ha mostrato che tale compensazione può ammontare a 788-2004 GBP/ha l'anno (Rosenqvist e Dawson, 2005b).

L'ammontare esatto del compenso è difficile da definire o predire, in quanto dipende da accordi tra gli operatori del servizio di trattamento delle acque e gli agricoltori che ricevono i reflui, dall'ammontare dell'acqua e dai costi di altri metodi di trattamento. Nel nostro caso di studio, secondo alcune indagini effettuate in regione l'ammontare del compenso è considerato pari a 0.19 €/m³ di acqua utilizzata nella fertirrigazione.

3. Risultati

Il modello di analisi multicriteriale ha restituito le mappe d'idoneità di SRF per salici e pioppi (Fig. 3). Dalla distribuzione dei valori d'idoneità si evince che il pioppo risulta essere più idoneo alla realizzazione di SRF in regione (Romano *et al.*, 2013a): la riclassificazione delle mappe mediante metodo Chen (Chen e Hwang, 1992) ha portato ad individuare i soli terreni idonei con una superficie pari 258,512 ha e 394 ha rispettivamente per pioppo e salice. Data la ridotta superficie per il salice, si è deciso di considerare nel modello di analisi spaziale solo la mappa d'idoneità del pioppo.

Dal calcolo del PBP per un impianto ipotetico di SRF posto una distanza dal WWTP di 100 m (situazione ottimale) sono stati eliminati tutti quei WWTP con una capacità irrigua inferiore a 10 ettari, in quanto è risultata essere la superficie che alla distanza minima porta ad un ritorno dell'investimento inferiore alla metà del ciclo di vita dell'impianto (< a 6 anni). Ciò ha portato ad individuare solo 37 depuratori potenzialmente utili per la fertirrigazione. Risulta evidente che all'aumentare delle distanze sono necessarie superfici sempre maggiori per avere un ritorno economico nel breve periodo. La distanza infatti risulta essere il fattore che più fortemente condiziona la fattibilità di tali sistemi, dato l'elevato costo di realizzazione della condotta di adduzione dell'acqua (200 €/m).

Realizzato il raster delle aree d'influenza e delle distanze sulla base dei restanti WWTP, sono stati individuati i terreni di SRF a valle di essi per una superficie complessiva di 34,282 ettari, ottenendo le aree SRF contigue in ciascun'area d'influenza. In molti casi, sono state individuate per ciascun depuratore più aree SRF a cui destinare le acque per la fertirrigazione, talvolta di superficie maggiore alla reale capacità irrigua del depuratore stesso.

Sulla base del risultato finale del modello di analisi spaziale, il quale per ciascuna terreno di SRF ha fornito informazioni circa il depuratore di appartenenza, la distanza da esso e i valori medi di produttività e beneficio fondiario, sono stati calcolati gli indicatori di convenienza economica. In caso di superfici maggiori alla capacità irrigua dei WWTP, l'analisi è stata condotta solo sugli ettari che possono essere realmente fertirrigati (e.g. su una superficie di 150 ettari di SRF l'analisi è condotta solo sui 70 ettari di capacità irrigua del WWTP).

L'analisi economica ha portato così a individuare 85 aree di SRF con NPV positivo potenzialmente fertirrigabili con le acque reflue di 25 depuratori. Risulta evidente che l'acqua fornita da ciascun depuratore può essere impiegata solo per un'area di SRF, per la quale realizzare l'impianto di fertirrigazione (condotta di adduzione, vasca di raccolta, pompe, filtri). La scelta delle aree su cui effettuare gli investimenti dipende sia dal valore del NPV (che può arrivare anche a 46,000 €/ha) ma anche dall'esigenze di chi effettua l'investimento e sulla sua propensione ad accettare o meno un tempo di ritorno dell'investimento più lungo pur di avere un beneficio economico più alto.

Sulla base di tali scelte, il modello di analisi spaziale permette di individuare in maniera speditiva le aree che possono essere soggette all'investimento, essendo queste georeferite (Fig. 4).

4. Conclusioni

L'impiego di risorse endogene si prospetta sempre più come un processo determinante nella strategia energetica dei paesi. Quanto detto trova maggiore consistenza per quelle nazioni, come l'Italia, fortemente dipendenti dell'estero per i propri fabbisogni energetici. I recenti indirizzi nella programmazione energetica nazionale nascono da una duplice volontà comunitaria, orientata da una parte ad assolvere gli impegni sottoscritti rispetto al Protocollo di Kyoto e dall'altra a garantire una maggiore sicurezza geopolitica, riducendo progressivamente la dipendenza energetica estera.

Le energie rinnovabili rappresentano lo strumento attraverso il quale è possibile, al contempo, adempiere sia alla riduzione delle immissioni nocive in atmosfera sia nell'ottenimento di vantaggi economici. La sola condizione che emerge nell'attuazione di una strategia rinnovabile è rappresentata dal fatto che lo sviluppo deve avvenire in maniera diffusa sul territorio, in quanto fonti a bassa intensità energetica.

Le produzioni energetiche su suoli agricoli (SRF) offrono indubbi vantaggi ambientali ed economici, rispettivamente per la società e per gli agricoltori e, per questo, risultano incentivati dai governi. Vi sono comunque delle limitazioni legate essenzialmente al clima (in particolare all'andamento delle precipitazioni), che influenzano in maniera sostanziale le produzioni. L'impiego di acque reflue opportunamente trattate rappresentano un valido strumento per aumentare le produzioni delle SRF, le quali allo stesso tempo garantiscono la purificazione delle acque. Nonostante le numerose sperimentazioni effettuate nei paesi del centro-nord Europa, che dimostrano gli enormi vantaggi economici e ambientali che derivano dai *vegetation filter systems*, in Italia la loro diffusione è limitata. Diventa necessario dotarsi di strumenti che facilitino e promuovano la loro realizzazione. Un modello di analisi spaziale in ambiente GIS risulta idoneo per investigare sulla fattibilità di tali sistemi.

Sulla scorta delle considerazioni fatte, il lavoro ha proposto un modello di analisi spaziale grazie al quale è stato possibile valutare la fattibilità agronomica ed economica di impianti SRF multifunzionali in ambiente

mediterraneo e, nello specifico, in Basilicata. Attraverso il modello adottato è stato possibile effettuare un'analisi d'idoneità d'uso del suolo per la realizzazione di SRF, con pioppi e salici, e, sulla base dei WWTP presenti in regione, individuare le aree che meglio si prestano ad essere fertirrigate. Partendo dalla localizzazione geografica e dal volume di acque depurate degli impianti di trattamento presenti in regione ne risulta che la distanza

tra i suoli e i WWTP è l'elemento discriminante la fattibilità. Da 163 WWTP presenti, risultano 25 i depuratori capaci di fertirrigare 864 ettari di SRF. Ciò dimostra che vi sono in regione grandi potenzialità per lo sviluppo delle bioenergie con indubbi vantaggi economici, evidenziando una ampia disponibilità di siti con NPV positivi e tempi di ritorno contenuti tra i 3 ed i 10 anni.

Tabella 1. Funzioni di analisi spaziale.
 Table 1. Spatial analyst function.

<i>Function</i>	<i>Description</i>
Distance allocation	Performs spatial allocation using either distance surfaces, calculating the distance/proximity of each pixel to the nearest of a set of target pixels or points.
Zonal statistic	Summarizes the values of a raster within the zones of another dataset (either raster or vector) and reports the results as a table or a raster.
Join	Joins the item definitions and values of two tables based on a shared item.
Field calculator	Allows performing calculations on the basis of existing attribute values or defined functions.
Map calculator	Enables solving complex spatial problems, working with raster, through the use of mathematical and logical expressions.
Group	Classifies pixels according to contiguous groups. For each cell in the output, the identity of the connected group to which that cell belongs is recorded. A unique number is assigned to each group.
Sample	Creates a table that shows the values of cells from a raster, or set of rasters, for defined locations. The locations are defined by raster cells or by a set of points.

Tabella 2. Criteri e pesi.
 Table 2. Criterion and weights.

<i>Species</i>	<i>Criterion Map (j)</i>	<i>Ordered criterion values</i>	<i>Reordered criterion weights u_j</i>	<i>Ordered weights v_j</i>
<i>Populus spp.</i>	Elevation	0.9430	0.0242	0.1556
	Soil depth	0.9340	0.1646	0.2789
	Mean temperature in the coldest month	0.8390	0.0354	0.0390
	Soil reaction	0.7820	0.1143	0.1083
	Mean annual temperature	0.7780	0.0354	0.0297
	Carbonates	0.4990	0.2381	0.1708
	Soil texture	0.4550	0.2381	0.1397
	Average annual precipitation	0.4490	0.0534	0.0285
	Slope	0.3300	0.0178	0.0093
	Average precipitation in summer months	0.0200	0.0787	0.0402
<i>Salix spp.</i>	Elevation	0.9630	0.0221	0.1487
	Soil depth	0.9340	0.0449	0.1102
	Soil texture	0.6570	0.0671	0.1074
	Carbonates	0.4990	0.0311	0.0403
	Mean temperature in the coldest month	0.4830	0.1476	0.1528
	Mean annual temperature	0.4490	0.1013	0.0842
	Slope	0.3300	0.0166	0.0128
	Soil reaction	0.2960	0.0671	0.0493
	Average annual precipitation	0.1650	0.2101	0.1358
	Average precipitation in summer months	0.0200	0.2921	0.1586

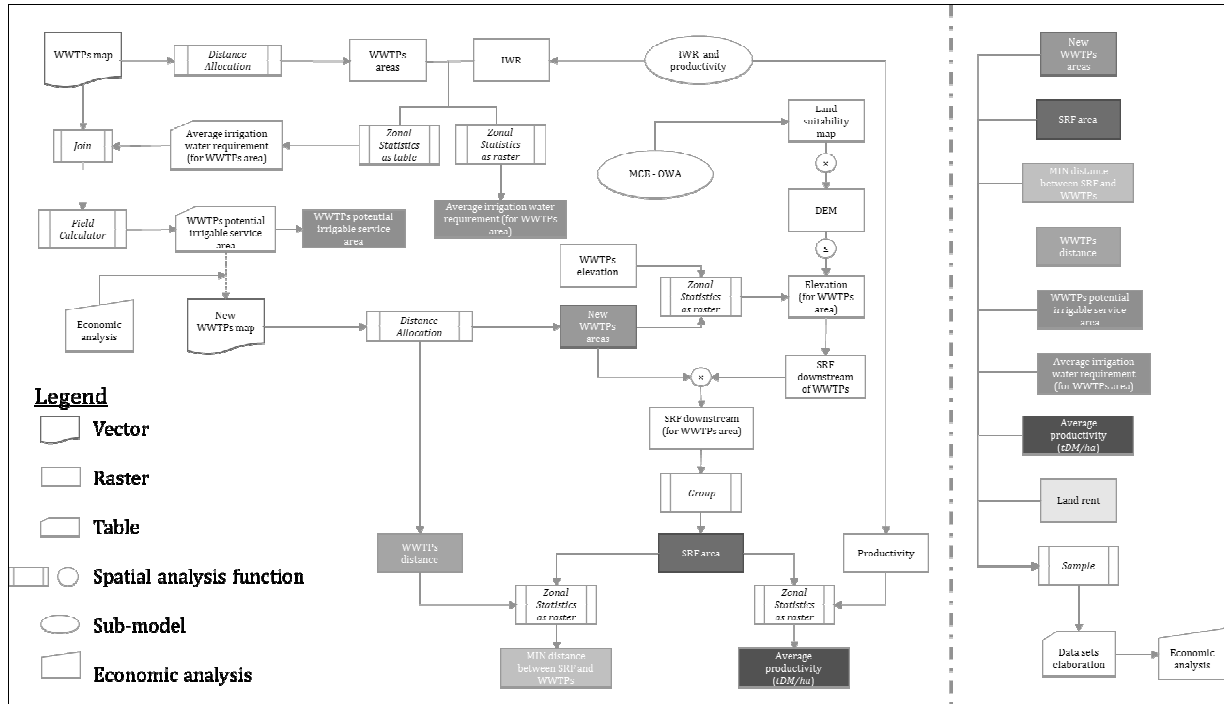


Figura 1. Albero gerarchico del modello di analisi spaziale.
 Figure 1. Hierarchical tree of spatial analyst model.

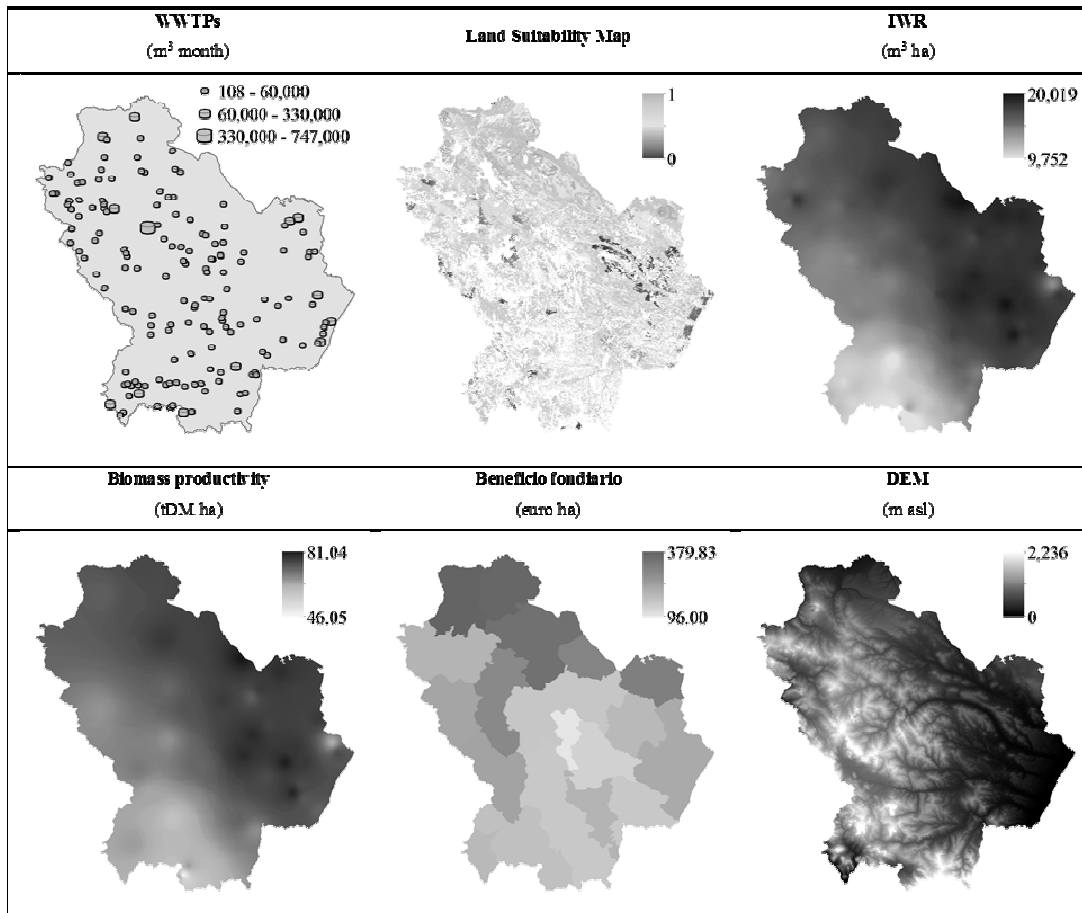


Figura 2. Dati di input.
 Figure 2. Input data.

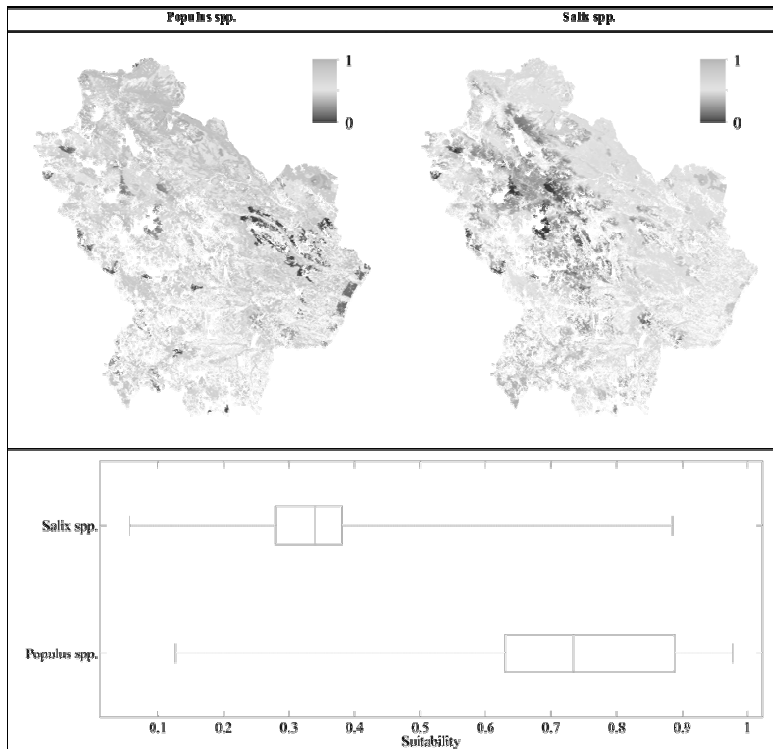


Figura 3. Mappa d' idoneità e Box-plot dei valori d' idoneità.
 Figure 3. Land suitability map and Box-plot of suitability values.

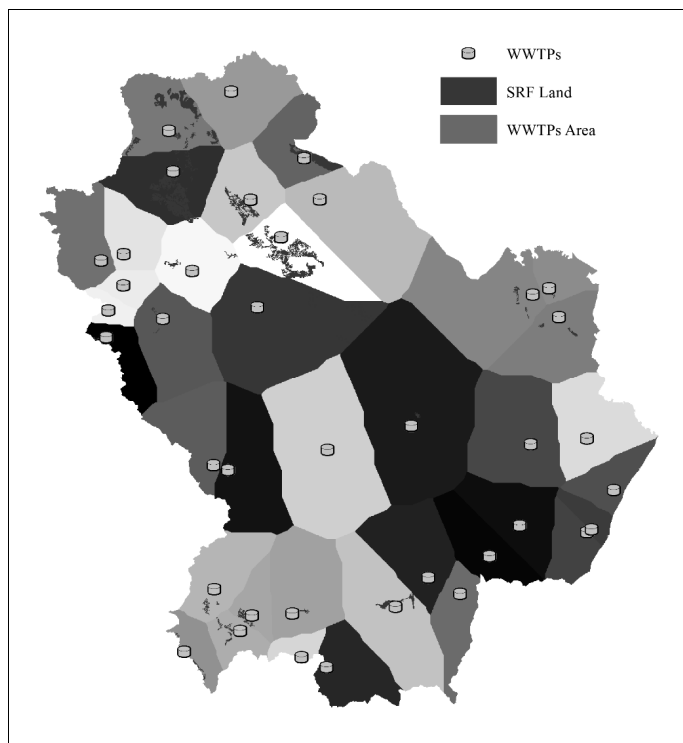


Figura 4. Localizzazione sul territorio delle aree SRF con NPV positivo.
 Figure 4. Geographical location of SRF areas with positive NPV.

SUMMARY

Linkages between wastewater and bioenergy: an empirical analysis

Energy crops irrigated with non-conventional water resources on large scale could decrease negative impacts from fossil fuel use, at the same time saving

potable supplies and reducing pollution in surface water, particularly in water scarcity environments as the Mediterranean basin. Willow and poplar short rotation forestry (SRF) irrigated with wastewater, known as “vegetation filter systems”, are an attractive alternative to conventional forestry and water purification systems for attaining environmental and energy goals set in the European Union and increasing

farmers' income. Energy planning issues are complex problems with multiple decision makers and criteria. Given the spatial nature of the problem, the research proposes a spatial decision support system in GIS (*Geographic Information System*) to evaluate the agronomic and economic feasibility of vegetation filter systems in Basilicata region, southern Italy. Results show that the distances between the areas of SRF and treatment plants are the key factor. From 163 wastewater treatment plants only 25 are cost-effective and capable to irrigate 864 acres of SRF. This shows that there is great potential in the region for the bioenergy development with economic advantages, highlighting the wide availability of sites with net benefits of up to 46,000 €/ha and payback period between 3 and 10 years.

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV., 2012 – *Tariffa unificata di riferimento dei prezzi per l'esecuzione delle opere pubbliche*. Ed. Regione Basilicata, Potenza, Italy.
- Banca d'Italia, 2013 – *Supplementi al bollettino Statistico. Indicatori monetari e finanziari*. Anno XXIII - 13 nov. 2013.
http://www.bancaditalia.it/statistiche/stat_mon_cred_fin/banc_fin/pimemf/2013/sb60_13/suppl_60_13.pdf (Accessed 5 December 2013).
- Berndes G., Borjesson P., Ostwald M., Palm M., 2008 – *Multifunctional biomass production systems - an overview with presentation of specific applications in India and Sweden*. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, 2 (1): 16-25.
<http://dx.doi.org/10.1002/bbb.52>
- BIOPROS, 2008 – *Short Rotation Plantations: Guidelines for efficient biomass production with the safe application of wastewater and sewage sludge*.
http://www.susana.org/docs_ccbk/susana_download/2-1790-biopros-d20-guidelines-english.pdf (Accessed 10 April 2014).
- Börjesson P., Berndes G., 2006 – *The prospects for willow plantations for wastewater treatment in Sweden*. *Biomass and Bioenergy*, 30 (5): 428-438.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.biombioe.2005.11.018>
- Chen S.J., Hwang C.L., 1992 – *Fuzzy multiple attribute decision making: methods and applications*. Springer-Vergal, Berlin, Germany.
<http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-46768-4>
- Cienciala E., Lindroth A., 1995 – *Gas-exchange and sap flow measurements of Salix viminalis trees in short-rotation forest - II. Diurnal and seasonal variations of stomatal response and water use efficiency*. *Trees*, 9 (5): 295-301. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00202019>
- Cozzi M., Di Napoli F., Viccaro M., Romano S., 2013 – *Use of forest residues for building forest biomass supply chains: technical and economic analysis of the production process*. *Forests*, 4 (4): 1121-1140.
<http://dx.doi.org/10.3390/f4041121>
- Cozzi M., Di Napoli F., Viccaro M., Fagarazzi C., Romano S., 2014 – *Ordered Weight Averaging multi-criteria procedure and cost-effectiveness analysis for Short Rotation Forestry siting in the Basilicata Region, Italy*. *International Journal of Foresight and Innovation Policy*, in press.
- Dimitroiu I., Aronsson P., 2011 – *Wastewater and sewage sludge application to willows and poplars grown in lysimeters - plant response and treatment efficiency*. *Biomass and Bioenergy*, 35 (1): 161-170.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.biombioe.2010.08.019>
- Dimitriou I., Rosenqvist H., 2011 – *Sewage sludge and wastewater fertilization of Short Rotation Coppice (SRC) for increased bioenergy production – biological and economic potential*. *Biomass and Bioenergy*, 35 (2): 835-842.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.biombioe.2010.11.010>
- ENAMA, 2008 – *Studio Progetto Biomasse ENAMA*, parte 1, capitolo 1. Roma, Italia.
- ENEA, 2006 – *Sistemi Informativi Geografici. Un percorso attraverso concetti e nozioni fondamentali per addentrarsi nel vasto mondo della Scienza della Informazione Geografica*. Roma, Italia.
- Ericsson K., Rosenqvist H., Nilsson L.J., 2009 – *Energy crop production costs in the EU*. *Biomass and Bioenergy*, 33 (11): 1577-1586.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.biombioe.2009.08.002>
- ESRI, 2001 – *ArcGIS Spatial Analyst: Advanced GIS Spatial Analysis Using Raster and Vector Data*. An ESRI White Paper. Redlands, CA, USA.
- FAO, 1986 – *Irrigation Water Management. Training manual no. 3*. Food and Agriculture Organisation, Rome, Italy.
- FAO, 1998 – *Crop Evapotranspiration: Guidelines for Computing Crop Water Requirements. Irrigation and Drainage Paper 56*. Food and Agriculture Organisation, Rome, Italy.
- F.I.M.A.V., 2012 – *Tariffe delle lavorazioni agricole per conto terzi 2012*. Verona, Italia.
- Fischer M., Trnka M., Kučera J., Fajman M., Žalud Z., 2011 – *Biomass productivity and water use relation in short rotation poplar coppice (Populus nigra x P. maximowiczii) in the conditions of Czech Moravian Highlands*. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 59 (6): 141-152.
<http://dx.doi.org/10.11118/actaun201159060141>
- Forrester D.I., Theiveyanathan S., Collopy J.J., Marcar N.E., 2010 – *Enhanced water use efficiency in a mixed Eucalyptus globulus and Acacia mearnsii plantation*. *Forest Ecology and Management*, 259 (9): 1761-1770.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2009.07.036>
- Guidi W., Piccioni E., Bonari E., 2008 – *Evapotranspiration and crop coefficient of poplar and willow short-rotation coppice used as vegetation filter*. *Bioresource Technology*, 99 (11): 4832-4840.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2007.09.055>
- Holm B., Heinsoo K., 2013 – *Municipal wastewater application to Short Rotation Coppice of willows - Treatment efficiency and clone response in Estonian case study*. *Biomass and Bioenergy*, 57: 126-135.

- <http://dx.doi.org/10.1016/j.biombioe.2013.08.001>
Janssen R., Rietveld P., 1990 – *Multicriteria analysis and geographical information systems: an application to agricultural land use in the Netherlands*. In: Geographical information systems for urban and regional planning. A cura di Scholten H.J. and Stillwell J.C.H. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands, pp. 129-139.
http://dx.doi.org/10.1007/978-94-017-1677-2_12
- Linderson M.L., Iritz Z., Lindroth A., 2007 – *The effect of water availability on stand-level productivity, transpiration, water use efficiency and radiation use efficiency of field-grown willow clones*. Biomass and Bioenergy, 31 (7): 460-468.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.biombioe.2007.01.014>
- Malczewski J., 2004 – *GIS-based land-use suitability analysis: a critical overview*. Progress in Planning, 62 (1): 3-65.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.progress.2003.09.002>
- Malczewski J., 2006 – *Ordered weighted averaging with fuzzy quantifiers: GIS-based multicriteria evaluation for land-use suitability analysis*. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 8 (4): 270-277.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jag.2006.01.003>
- Pistocchi C., Guidi W., Piccioni E., Bonar, E., 2009 – *Water requirements of poplar and willow vegetation filters grown in lysimeter under Mediterranean conditions: Results of the second rotation*. Desalination, 246 (1-3): 137-146.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.desal.2008.03.047>
- Romano S., Cozzi M., 2006 – *Il governo del territorio e la conservazione delle risorse: l'uso dei modelli geografici multicriteriali per la valutazione del rischio socio economico e ambientale degli incendi boschivi*. Rivista di Economia Agraria, 61 (3): 365-400.
- Romano S., Cozzi M., Viccaro M., Di Napoli F., 2013a – *The green economy for sustainable development: a spatial multicriteria analysis-ordered weighted averaging approach in the siting process for short rotation forestry in the Basilicata Region, Italy*. Italian Journal of Agronomy, 8 (3): 158-167.
<http://dx.doi.org/10.4081/ija.2013.e21>
- Romano S., Cozzi M., Di Napoli F., Viccaro M., 2013b – *Building agro-energy supply chains in the Basilicata region: technical and economic evaluation of interchangeability between fossil and renewable energy sources*. Energies, 6 (10): 5259-5282.
<http://dx.doi.org/10.3390/en6105259>
- Rosenqvist H., Dawson M., 2005a – *Economics of willow growing in Northern Ireland*. Biomass and Bioenergy, 28 (1): 7-14.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.biombioe.2004.06.001>
- Rosenqvist H., Dawson M., 2005b – *Economics of using wastewater irrigation of willow in Northern Ireland*. Biomass and Bioenergy, 29 (2): 83-92.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.biombioe.2005.04.001>
- Saaty T.L., 1980 – *The analytic hierarchy process*. McGraw-Hill, New York, NY, USA.
- Spinelli R., Nati C., Magagnotti N., 2006 - *SRF di pioppo. Macchine e sistemi per la raccolta*. Sherwood, 128: 56-59.
- USDA, 1993 – *Irrigation water requirements, in National Engineering Handbook, Part 623* (ed.); United States Department of Agriculture Soil Conservation Service (USDA): Washington DC, USA.
- Yager R.R., 1996 – *Quantifier guided aggregation using OWA operators*. International Journal of Intelligent Systems, 11 (1): 49-73.
[http://dx.doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-111X\(199601\)11:1<49::AID-INT3>3.0.CO;2-Z](http://dx.doi.org/10.1002/(SICI)1098-111X(199601)11:1<49::AID-INT3>3.0.CO;2-Z)
- Zadeh L.A., 1965 – *Fuzzy sets*. Information and Control, 8 (3): 338-353.
[http://dx.doi.org/10.1016/S0019-9958\(65\)90241-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0019-9958(65)90241-X)

SESSIONE / *SESSION 5*

ECONOMIA FORESTALE

FOREST ECONOMICS AND POLICY

Chairperson

Daide Pettenella

SESSIONE / *SESSION 5*

RELAZIONI ORALI

ORAL PRESENTATIONS

THE FOREST-BASED SECTOR IN EUROPE - STATUS, STRUCTURAL CHANGES AND FUTURE PROSPECTS - AS SEEN FROM THE NORTH

Hans Fredrik Hoen¹, Lauri Hetemäki²

¹Norwegian University of Life Sciences; hans.hoen@nmbu.no

²European Forest Institute and University of Eastern Finland

The paper discusses issues relevant for forest-based products and their markets, and how recent, ongoing and anticipated future changes, will both challenge and provide new opportunities for the forest-based sector. Less emphasis is put on the forest resources and the provision of raw material and other ecosystem services from the forests. This reflects the view that, although the development of forests, the functioning of forest ecosystems and supply of wood is important, nevertheless the major driving forces to the sector comes from the forest products demand side.

Keywords: forest-based sector, Europe, structural changes.

Parole chiave: settore forestale, Europa, cambiamenti strutturali.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-hh-for>

1. Background and introduction

This presentation is based on the report *Future of the European Forest-Based Sector* (Hetemäki, 2014) in the series *What Science Can Tell Us* (report 6) from the European Forest Institute. In addition, we point to some events from the policy-arena, on global and on European level, that has taken place after the report was finished. The European forest-based sector (FBS) is seen “from the north”, emphasizing the most relevant structural changes and drivers in the perspective of a region rich in boreal forests, with significant forest-based industries as well as bioenergy or bio-material potential based on forest biomass, and numerous private forest owners to whom forests generate income.

Our emphasis is on issues relevant for forest-based products and their markets, and how recent, ongoing and anticipated future changes, will both challenge and provide new opportunities for the forest-based sector (FBS). Less emphasis is put on the forest resources and the provision of raw material and other ecosystem services from the forests. This reflects the view that although the development of forests, the functioning of forest ecosystems and supply of wood is important, nevertheless the major driving forces to the sector comes from the forest products demand side. This is pronounced for the north-European countries with small population size and domestic markets, and their current and future forest based sector is very much dependent on the export markets. In short, we believe that if we want to understand changes in forests, or environmental sustainability, we have to consider also the products.

2. The forest-based sector in Europe-status

Forests cover about 44 percent of the European land-area and the forested area is increasing. Forest products are

still the biggest income and employment generator in the European FBS offering more than 2 million jobs. The value of European forest products sales in 2012 can be estimated to around € 200 billion, which is a bit more than the total turnover of European company giants like Nestlé, PSA Peugeot Citroen and Deutsche Telekom together. 379 mill. m³ of industrial round wood was harvested from European forests (excluding Russia) in 2014 (FAOSTAT).

Based on a rough estimate this harvest generated € 15 billion in gross income to forest owners.

The current state of the European forest-based sector could be labelled as one of *creative destruction*. Joseph Schumpeter, who used it to describe the functioning of market economies, coined the concept in the early 1940s. By creative destruction, Schumpeter describes a “process of industrial mutation that incessantly revolutionizes the economic structure from within, incessantly destroying the old one, incessantly creating a new one”.

This continuous evolutionary process serves to maintain the vitality of capitalism, or market economy, as we would call it today. It highlights the fact that some economic activities or sectors will eventually decline and vanish, while at the same time, new technologies, products and business models are emerging.

Destructive processes include: i) Declining demand for communication paper products, and stagnating demand for a number of other forest products, ii) Very long economic slump in the EU since 2008 and its many impacts and iii) Move of some forest industry investments to fast-growing markets in Asia, or low-cost production regions like South America.

The European forest products output have been declining by 10-15 %, since the financial crisis started 2007/2008, see Figure 1.

For the first time in history, the output from the European paper industry have been stagnating and falling.

Also the output of sawnwood has been falling over the same period, mainly due to the economic downturn, and it's likely that the long economic slump will also cause structural impacts.

For the first time in history, the graphics paper production has started to decline in many European countries, mainly because of new digital media platforms replacing the need for it. On the other hand, the production of some of the other traditional forest products (packaging products in aggregate and sawnwood) has been either low compared to past decades, or even stagnating in the early years of 21st Century. The major factor behind this has been the increasing role of the emerging countries as forest products producers. The world manufacturing powerhouse of China, and the fast growth forest plantation super-powers in Latin America, are especially significant producers (Fig. 2). In relation to these overall trends in forest products output in Europe, there is naturally variation depending on the particular product and country. In addition, the economic slump since 2008 has had a significant negative impact on European forest products markets. However, it is difficult to quantify to what extent these trends have been the result of the slump and to what extent they have been due to structural changes that will last also once the economic upturn starts.

As production of forest products have been falling, also the demand for and production of roundwood has declined. The period from 2007-2013 (six years) has been the longest consecutive decline in roundwood production in Europe over the last 50 years (Fig. 3).

3. Future outlook

The creative destruction has also a positive - creative - side. One example of this is that structural changes, discussed above, are acting also as enforcing drivers for the European forest products industry to renew itself. It simply has to develop new businesses in order to sustain and grow. Furthermore, there are enabling drivers that are helping the creation of these new businesses. Technological development and advances in utilization of forest biomass for various new purposes has been active in the past decade. In addition, an even more important driver, which is also partly behind the technological development, is the need to tackle climate change.

The Kyoto Protocol, the EU emission trading scheme, and the 20-20-20 targets of the EU have been important means to start to address the problem. However, due to the economic crises and other reasons, the political measures to change current trends to mitigate climate change have been somewhat lukewarm. Yet, there are recent promising signs pointing to potentially more significant steps in combating climate change. Perhaps the most important one was the fact that for the first time, China and USA (at the federal level) announced willingness to implement measures to reduce CO₂-emissions. This could be a turning point in global climate negotiations, and is giving more hopes for these negotiations in Paris December 2015. Furthermore, there have been important declarations and pleas for more significant actions. For example, in November 2014,

IPCC launched its fifth assessment synthesis report (IPCC, 2014). In it, is also addressed measures needed in the FBS, such as:

“Depending on the level of overshoot, overshoot scenarios typically rely on the availability and widespread deployment of bioenergy with carbon capture and storage (BECCS) and afforestation in the second half of the century.” (page 15)

“Many models could not limit likely warming to below 2°C if bioenergy, CCS, and their combination (BECCS) are limited (high confidence).” (page 17)

“The most cost-effective mitigation options in forestry are afforestation, sustainable forest management and reducing deforestation, with large differences in their relative importance across regions; (medium evidence, high agreement).” (page 19).

In addition, EU leaders agreed in October 2014 on the new 2030 greenhouse gas reduction target of at least 40% compared to 1990 (EU 2030 Climate Action, 2014). The sectors covered by the EU emissions trading system (EU ETS) should reduce their emissions by 43% compared to 2005. Emissions from sectors outside the EU ETS need to be cut by 30% below the 2005 level. The policy aims to make the European Union's economy and energy system more competitive, secure and sustainable. It sets a target of at least 27% for renewable energy and energy savings by 2030.

These pleas, evidence, and political commitments are promising signs that more significant steps will be taken to address the build-up of greenhouse gases in the atmosphere. Most likely they would also mean a higher CO₂-price in the future. This would be an important and necessary means (enabling factor) for the European FBS to launch new bio-economy businesses, and also help to replace the fossil-based businesses. Below, we discuss some new opportunities likely to benefit from these developments. New opportunities have emerged for the European FBS in the past decade. Forest industry is changing strategies and business models, and investing in new products, such as 2nd and 3rd generation biofuels, biochemicals and engineered wood products. Moreover, the changes in markets are also creating new demand for some old products, such as dissolving pulp and tall oil. Demand for dissolving pulp has globally been growing around 10% annually in recent years, especially driven by the need to substitute cotton by other raw materials in the textile industry. On the other hand, tall oil has started to be used also as a raw material for liquid biofuels, not only for chemicals or for direct combustion as in the past. The forest-based sector is also becoming more cross-sectoral, as other industry sectors and investment groups are starting to produce new products and services based on forest biomass. Thus, forest industry companies are diversifying their business strategies and product portfolios by developing new products and services based on forest biomass.

It seems evident, that the European forest industry will break up into several segments that are specialized in a variety of products in the future. A number of new products are likely to be based on high value-added products rather than bulk products. Due to this diversification, it less appropriate to talk anymore about the “forest industry”

or “forest sector” in the sense that has been traditionally accustomed. The FBS is increasing singly in transition into the new bioeconomy, which is more extensive and diversified than the current “forest sector”. In summary, the European FBS will be in a major transition period in the coming decade.

The development within the wood products sector is central. In many ways, the solid wood products constitute the “economic engine” of the forest-based value-chains. This part of the FBS is much older than the pulp and paper industry, and in this way also even more mature. Over the last couple of decades, there has been a number of technological, process and business developments in wood construction and building opening up new opportunities for the whole FBS. Combined with possible political climate change motivated targets stimulating the use of wood building materials over concrete and steel, this may give large opportunities for increased activity. Wood-based construction systems have quite recently been technically proven and legally accepted for multi-storey buildings, and not only limited to small-scale buildings or family houses. This also opens up for the use of prefabricated engineered wood-products (EWP) on a large scale. One promising technology is the cross-laminated timber (CLT) elements or modules. The CLT and prefabricated element- or module-industry is closer to the construction and building sector than to traditional “two by four” sawmilling.

A CLT-module consists of a number of value-added services such as engineering, architecture and design, technical work and installations (plumbing, electrical wiring). Wooden-based building modules also have advantages in transportation and logistics, being relatively lightweight.

An interesting concept is the forest bio-refinery and the closely related concept of the “bio-product mill”. What this means, can be understood through an example. In Finland, a major traditional forest industry company investing €1.1 billion to build a bio-product mill that starts operating in 2017. Although the mill’s major product would still in the early phase is pulp for paper, it has some important novel features.

First, the forest biomass will be refined into bio-materials, bioenergy, bio-chemicals and fertilizers, using no fossil fuels at all. That is, it will be 100% based on renewable raw materials and side streams of the production process. Secondly, the operating model will be based on an efficient partner network with other companies also operating at the mill site. Thus, new products will be created in a collaborative network, which creates opportunities especially for small and medium-sized enterprises (SME) to produce innovative bio-products with high added value. The global big, and often multinational, companies may concentrate more on the large volume and very capital intensive products, whereas the SMEs may operate on the niche product markets. This could be one option to better utilize the opportunities and synergies that the bioproduct mill concept offers, and also become more resource-efficient. Another development that creates new possibilities for many European forest-based op-

erators, but which so far has been very much neglected, is the services related to forest-based products.

The FBS is likely to follow the trend in other manufacturing sectors in OECD-countries, in that increasingly the value added and employment in the sector comes from different types of services related to the products.

The digitalisation, or the industrial internet, has made it possible to develop new services related to the products (e.g. monitoring, remote servicing), and disaggregate the product value chains to tasks, that may be produced in many different geographical locations, and by a number of different enterprises. It may be the case, that increasingly in the future, the high-cost Western European countries focus their activities in services related to the new products rather than the actual manufacturing.

However, this possibility and its implications on the European forest-based sector have hardly been addressed in research, neither in EU forest or bio-economy strategies, national forest policy documents, and industry vision papers, nor has there been published any outlook for the services development.

These shortcomings should be addressed in research as well as by decision makers. Especially in Finland, Norway and Sweden there is a long history of large pulp and paper industry companies, and these companies have become increasingly multinational since around 1990. On the other hand, there are large numbers of SME companies in the wood products sector. Given the strong role these companies still have in the countries, it is expected that the new business will develop to a significant degree along the existing forest businesses. That is, the transformation to new products and services in the coming decade(s) is likely to be financed to a major degree from the turnover of the current forest products. There are already, and will increasingly be in the future, also other operators utilising forest biomass for products, such as energy, chemicals and food industry, and private investment groups. However, at least in the coming 5-10 years, the current forest industry companies will most likely be still in a major role in the process of transforming the sector to new products and services. Therefore, it will be important for their current activities to stay competitive and profitable. It is through the turnover generated by these activities that the transformation to new products mainly will be financed.

4. Concluding remarks

The structural changes that are going through the European FBS seem to be even more striking in Nordic Countries region, where there has been heavy concentration on paper industry, and particularly the graphics paper industry (Finland, Norway).

That is, some of the traditional forest industry products are likely to be stagnating or declining, rather than increasing. Yet, at the same time, the renewal of the FBS is perhaps stronger in this region than anywhere else in Europe. Given the above developments, industrial roundwood demand in Western Europe for the traditional forest products may decline in the coming decades.

There is a need for an updated and more detailed assessment of the impacts of recent trends from forest products markets to forest biomass markets.

The changes in traditional forest industries production have also various implications on bioenergy markets due to many dependencies and feed-back loops. There is a need to reassess these dependencies and their impacts on bioenergy production and forest biomass flows in light of the recent trends in forest products markets. Also, at an EU level, it may be better to focus on general strategies and policies, and follow the subsidiarity principle, rather than impose uniform, detailed and inflexible directives.

In terms of *forest resources* and *what forests mean for the societies*, the regions and countries in Europe differ significantly, much more so than e.g. with respect to agricultural resources. For example, in Finland forests cover about 78% of the land area, while less than 9% in the Netherlands. Or in Poland, over 80% of the forest area is owned by the state, whereas in Portugal private owners control more than 90% of the forest area. These simple statistics illustrate just some of the important differences in forest sector issues in Europe. The operating environment is many-sided, complex and continuously evolving, and there are specific regional characteristics and differences within Europe. The European FBS is unlikely to be successfully supported by one overarching simple strategy or policy, although we might like it to be that way. Certainly, simplicity and consistency are virtues that should be pursued. However, under the surface of a simple policy goal is often a more complex reality. For example, a catching 20-20-20 type of target efficiently is in principle simple, but the policies needed to achieve this type of target are unlikely to be so. In summary, when providing the outlook for the European FBS and designing the policies, it is essential to bear in mind the regional diversity. Thus, there are many forest-related issues for which it may not make sense to try to impose *one size fits all* policies. But exactly for this reason the situation also very much stresses the need for a systematic and informed coordination of different policies at the European level.

In summary, some of the main challenges and opportunities for the FBS in Europe will be the following:

- How to successfully transform and renew the forest businesses within the next decade? How to keep the current businesses still profitable, while at the same time launch the new businesses gradually?

- How to respond to the increasing global competition from the emerging economies (e.g., China, South-America, Russia)? Possible options: Move to new higher value added products and services, enhance even more the sustainability approach and branding to differentiate from competitors, increase productivity.

- How to cope with the graphics paper capacity? Possible options: Disinvest graphics paper capacity, or increase market shares in order to better control pricing.

Status quo option is not likely to be successful in the long-run.

- In many North-European countries, at least before 2020, it is not likely that the biomass supply is going to be the main bottleneck, but rather the innovation of new competitive products and services, for the future development and renewing of the industry.

A major question is also; to what extent will the North-European region in the future be a raw material processor of forest biomass to new products, and to what extent a service provider for these products? Where can we expect the competitive advantages of European industries to be in the future? Most likely, the services part will increase its relative importance.

Services are considered to have a significant and growing role in the new bio-economy value chains. Increasing the service-intensiveness of the products and immaterial value creation are clear trends that will open up new business opportunities, in particular for SMEs, and encourage cooperation and partnerships between companies.

To promote bioeconomy competitiveness and growth it is important to utilize regional specialization based on local or regional strengths and resources, as well as internal EU and global market opportunities. The idea of having large industry-“locomotives” networking with more specialised SMEs producing niche-products from side-streams of a biorefinery or bioproduct mill, appears promising.

There are many examples of promising plans and projects, such as, Metsä Group bioproduct mill at Äänekoski, Finland, BorregaardSarpsborg demo biorefinery (BALI), Statkraft/Södra biodiesel planning project at Tofte, Norway, UPM Lapeenranta second generation biodiesel production from tall oil, and Moelven or Stora Enso engineered wood products for multi storey buildings (e.g. CLT modules). This is in no way an exhaustive list, there are a large number of other interesting plans and projects that have in recent years been launched. In addition to forest industry, private investment groups' and energy companies plans to produce heat, power and biofuels from forest biomass with new and more resource-efficient technologies appear promising. Increasing added value of bio-based products and services and increased appeal for customers can be obtained by investing in brand management, intellectual property rights and design, while also achieving competitive advantages that are difficult to imitate.

Traditionally the FBS has been dominated by two industries in North-European region: the pulp and paper industry, and the wood products industry.

In the future, it seems to become much more diversified and less homogenous. This is likely to have many new implications. For example, new companies coming from energy industry, chemicals industry and private investment companies can also bring much needed financing as well as other competencies, know-hows and skills of great value for the transformation of the FBS.

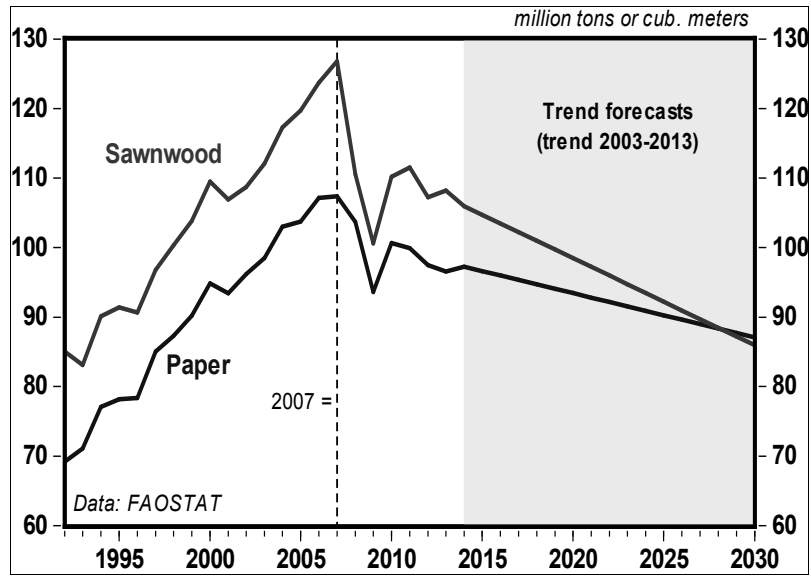


Figure 1. Production of paper and paperboard (million ton) and sawnwood (million m³) in Europe 1992-2013, and trend forecasts to 2030.

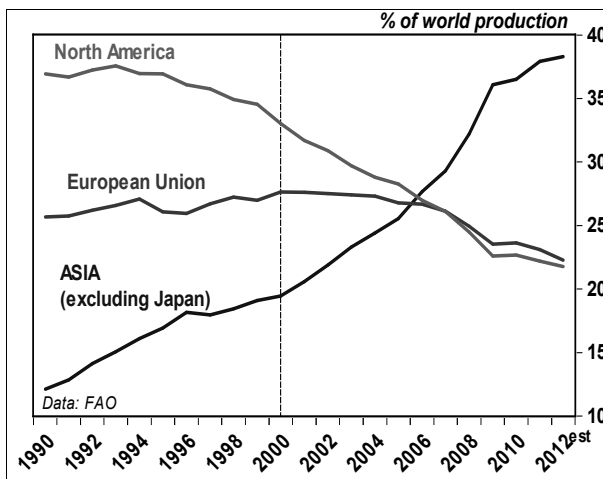


Figure 2. The Market shares of world paper and paperboard production 1990-2012.

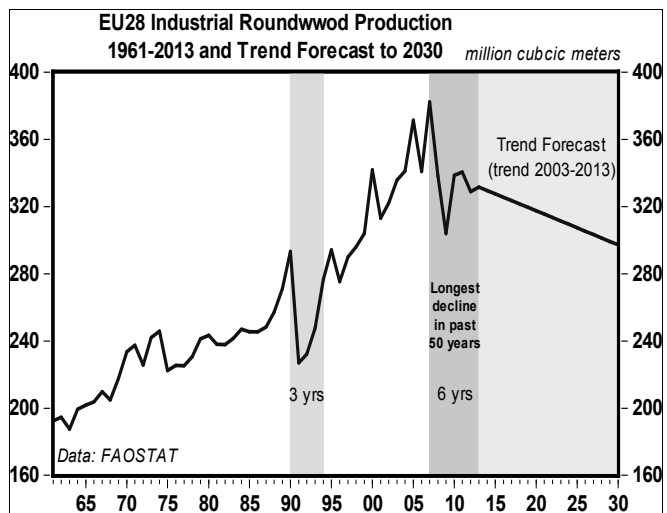


Figure 3. Industrial roundwood production (million m³) in Europe 1961-2013 and trend forecast to 2030.

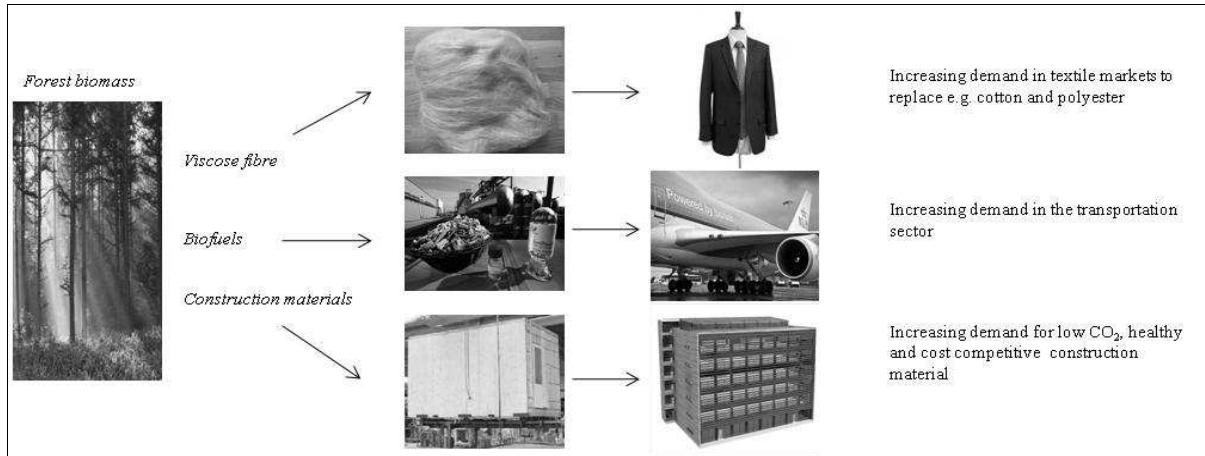


Figure 4 Examples of product categories based on forest biomass, with promising future markets.



Figure 5. Left: 8-storey CLT-blocks for student-housing, Ås, Norway, finished 2013 (Photo: HåkonSparre, NMBU). Right: 14-storey combined CLT-modules and gluelam-frame, Bergen, Norway. Under construction 2014-2015 (Animation: 3Seksti/Artec/Sweco).

RIASSUNTO

Il settore forestale in Europa: stato, cambiamenti strutturali e prospettive future da una prospettiva nord-europea

Il contributo prende in considerazione le tematiche relative ai prodotti di origine forestale e a i loro mercati. Vengono analizzati in particolare gli sviluppi recenti e i cambiamenti previsti nell'economia del settore forestale, evidenziando le sfide e le nuove opportunità del mercato. Minore enfasi è posta sulle risorse forestali e sull'offerta di materie prime e di altri servizi eco-sistemici delle foreste dal momento che, sebbene lo sviluppo delle foreste, il funzionamento degli ecosistemi forestali e la fornitura di legno siano aspetti importanti, le principali forze trainanti del settore sono collegate alla dinamica della domanda di prodotti forestali.

REFERENCES

- EU 2030 Climate Action, 2014 – *EU Framework for Climate and Energy*. http://ec.europa.eu/clima/policies/2030/index_en.htm
- Hetemäki L. (ed.), 2014 – *Future of the European Forest-Based Sector: Structural Changes Towards Bioeconomy*. What Science Can Tell Us, European Forest Institute, Joensuu. Vol.6, pp. 108.
- IPCC, 2014 – *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change*. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press.
- UN Climate Summit, 2014 – *New York Declaration on Forests*. <http://www.un.org/climatechange/summit/wp-content/uploads/sites/2/2014/09/FORESTS-New-York-Declaration-on-Forests.pdf>

UTILIZZAZIONI BOSCHIVE E VALORE DEI PRELIEVI LEGNOSI IN PIEMONTE

Filippo Brun¹, Angela Mosso¹, Simone Blanc¹

¹Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari, Università degli Studi di Torino, Grugliasco (Torino); simone.blanc@unito.it

Il lavoro traccia un quadro dei prelievi legnosi effettuati in Piemonte dopo il 1° settembre 2010, data di entrata in vigore della nuova legge forestale regionale (L.R. 4/2009). Si sono poi descritte struttura, attività e forme gestionali delle imprese private di utilizzazione boschiva iscritte all'Albo imprese forestali piemontesi e si è indagato il settore pubblico delle squadre forestali, che ha riguardato l'evoluzione numerica degli addetti, delle attività e della spesa, a partire dal 2006. Il quadro complessivo è di un generale sottoutilizzo dei boschi, ma al contempo si dimostrano le elevate potenzialità produttive, sia in termini quantitativi che qualitativi. L'iniziativa regionale di dotarsi di un albo delle imprese forestali va valutata positivamente perché pone le basi per il coordinamento del settore, portando inoltre utili elementi conoscitivi sulle caratteristiche di chi opera in bosco, inoltre si pone come strumento in grado di migliorare nel medio-lungo termine la qualità del settore, con un'offerta lavorativa più solida, una maggiore aggregazione e rappresentatività delle aziende. Anche il settore pubblico è da considerarsi come importante strumento occupazionale, specialmente in alcune valli marginali interne, ove garantisce il presidio delle aree più fragili e la manutenzione del territorio.

Parole chiave: utilizzazioni forestali, valutazione economica, filiera legno, Piemonte.

Keywords: forest utilization, economic evaluation, wood chain, Piedmont.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-fb-uti>

1. Introduzione e obiettivi

Nell'ambito della ricerca "Messa a punto di strumenti per la valutazione delle politiche forestali e delle ricadute socio-economiche nel settore forestale piemontese", finanziata dalla Regione Piemonte, si sono analizzati i dati contenuti nelle istanze di taglio presentate in Piemonte dal 2010 al 2014, le caratteristiche delle imprese forestali iscritte all'albo regionale (AIFO) e le attività svolte dalle squadre forestali regionali. In Piemonte, come in altre regioni, le attività in bosco sono tradizionalmente svolte da imprese private e da squadre forestali alle dipendenze dell'amministrazione pubblica. Le prime effettuano principalmente utilizzazioni boschive, mentre alle seconde competono aspetti più generali di gestione del patrimonio forestale pubblico, al fine di garantirne la fruibilità e le funzioni idrogeologiche, ambientali e paesaggistiche. L'obiettivo del lavoro era tracciare un quadro dei prelievi legnosi effettuati in Piemonte dopo il 1° settembre 2010, data di entrata in vigore della nuova legge forestale regionale (L.R. 4/2009), che ha profondamente modificato la gestione delle comunicazioni di taglio rispetto alla normativa precedente. Per quanto riguarda il settore privato delle utilizzazioni, si sono descritte struttura, attività e forme gestionali delle imprese iscritte all'AIFO. Benché non rappresentativo statisticamente, il campione delle imprese iscritte costituisce un insieme molto interessante e dinamico; per contro l'analisi del settore pubblico ha riguardato l'evoluzione numerica e

qualitativa degli addetti, delle loro attività e della spesa, a partire dal 2006.

2. Metodologia

Le elaborazioni delle istanze di taglio, che si basano su un'ampia collezione di dati registrati, hanno riguardato l'analisi temporale e spaziale degli interventi, disaggregando i risultati per tipo di governo, per tipologia di trattamento e per specie interessata. Sono state inoltre svolte elaborazioni cartografiche su base comunale, per area omogenea (Comunità montana e collinare) e per Provincia, considerando sia il numero assoluto di interventi sia le superfici gestite e confrontandole con le potenzialità forestali. Grazie a queste elaborazioni, condotte con l'impiego dei software Office®, SPSS® e QGIS®, è stato possibile stimare inoltre i volumi ottenuti dai tagli, utilizzando anche informazioni inventariali contenute negli atti pianificatori regionali. In particolare sono stati individuati i principali assortimenti ai quali è stato associato il valore monetario, in un primo tentativo di stimare il valore delle utilizzazioni in modo oggettivo. Per quanto riguarda il settore privato delle utilizzazioni, sono state studiate le 400 imprese iscritte all'AIFO, che impiegano complessivamente 1.100 addetti e rappresentano oltre un terzo delle imprese regionali del settore, formando un quadro piuttosto articolato, sia dal punto di vista organizzativo che produttivo. Il settore pubblico delle squadre forestali è stato invece indagato sulla base delle informazioni contenute nel sistema informatico-

amministrativo regionale per la gestione degli addetti forestali, per quanto riguarda i principali parametri tecnici - quali numero di addetti, tipologia di intervento, ubicazione e frequenza delle attività svolte - e dai bilanci regionali per quanto riguarda i dati economici.

3. Risultati

3.1 Prelievi legnosi

Il Piemonte presenta una superficie boscata complessiva pari a 974.660 ha (Gottero *et al.*, 2007); di questi circa 250 mila sono costituiti da aree boscate produttive, servite da viabilità. Uno dei primi risultati ottenuti dalle nostre elaborazioni è una conferma di quanto è noto, cioè che i prelievi ufficialmente registrati sono molto più bassi rispetto alle potenzialità, perché gran parte delle piccole utilizzazioni con ogni probabilità non viene registrata. Infatti in Regione ogni anno sono utilizzati mediamente appena 3400 ha con una superficie unitaria di 6800 m²/intervento. La metà esatta della superficie tagliata riguarda il ceduo e solo il 25% la fustaia. Le prime due specie sono castagno e robinia, che insieme originano quasi il 60% del numero di tagliate registrate e quasi la metà della superficie. Tra le conifere prevale il larice, con il 5% della superficie tagliata complessivamente, e una dimensione media di 1,5 ha a intervento. Ben il 21% degli interventi registrati ricade in boschi siti in zone protette quali Parchi, Sic, Zps e aree della rete Natura 2000. Dai boschi piemontesi si prelevano mediamente 250.000 m³ all'anno, per l'80% circa costituiti da assortimenti con destinazione energetica. Solamente il 20% del prelievo è impiegato come legname da lavoro e paleria, per un ammontare di poco meno di 50 mila m³/anno.

Applicando ai volumi prelevati degli opportuni coefficienti tecnici, ricavati dalla letteratura specializzata (Blanc, 2010) è possibile stimare il numero di giornate potenziali complessive delle fasi di taglio, concentrazione ed esbosco, che è risultato pari a 71.000 giorni/anno. Il numero potenziale di addetti è stato di conseguenza stimato in 250, considerando che un'unità di lavoro standard è pari a 2.300 ore/anno.

Il valore stimato dei prelievi legnosi, ottenuto applicando un prezzo medio all'imposto (per assortimento e specie) al 2013, ammonta a circa 10 M €, dai quali si ricava che il valore per addetto dei prelievi legnosi è pari a circa 40.000 €.

3.2 Il settore privato delle utilizzazioni boschive

Per quanto riguarda il settore privato, sono state studiate le 400 imprese iscritte all'AIFO (dato aggiornato al 31 agosto 2014), che impiegano complessivamente 1.100 addetti e rappresentano oltre un terzo del totale delle imprese del settore operanti sul territorio regionale. Da queste è emerso un quadro piuttosto articolato, sia dal punto di vista organizzativo che produttivo; ciononostante, sulla base della frequenza dei caratteri riscontrati, è stato possibile definire una "impresa tipo", formata da un'azienda agricola individuale, con fatturato inferiore a 50.000 €, gestita da un imprenditore abbastanza giovane (età media 44 anni). L'impresa impiega 2,6 lavoratori in media, inquadrati con il contratto dell'agricoltura e

assunti a tempo indeterminato. La sua dotazione in strutture e attrezzature è essenziale, infatti le macchine sono prevalentemente di origine agricola, riadattate per i lavori in bosco. Suddividendo invece le imprese per attività svolta, si nota che le ditte utilizzatrici di pioppeti sono quelle più specializzate e con più capitali, mentre le cooperative sono specializzate in miglioramenti forestali; infine le imprese agricole, molto numerose, e quelle boschive sono simili, tranne che per le dimensioni medie dei prelievi (13.000 q/anno per le prime e 34.000 q/anno per le ditte boschive).

3.3 Il settore pubblico delle squadre forestali

I risultati ottenuti in questo ambito hanno permesso di tracciare un quadro complessivo del settore, mettendone in luce alcune caratteristiche strutturali, tecniche e operative che non erano ancora note.

Fra gli aspetti più significativi si segnala l'evoluzione delle attività svolte negli ultimi anni, con una riduzione delle operazioni tradizionali di rimboschimento, a fronte di un maggior impegno nelle cure colturali. Ancora, si è rilevata una generale riduzione delle utilizzazioni e delle sistemazioni tradizionali in favore di manutenzioni di piste e sentieri e di interventi di ingegneria naturalistica. Il settore pubblico impiega un numero variabile di addetti durante l'anno, suddivisi in operai a tempo indeterminato (OTI) e stagionali (OTD). Nel periodo considerato, i primi sono aumentati di 100 unità passando da 200 a 300 circa, mentre gli stagionali sono diminuiti, mettendo in luce un positivo consolidamento del settore.

Complessivamente, dal 2010 si registra tuttavia un lieve calo del numero totale degli addetti, probabilmente legato alle difficoltà finanziarie. Il numero complessivo di ore lavorate per anno ha superato le 640.000, con una spesa media che ammonta a circa 15 M€ ed è quasi interamente costituita da costi del personale. Le analisi spaziali, condotte su scala comunale e su area omogenea, hanno infine evidenziato come la gestione forestale sia abbastanza omogenea dal punto di vista della distribuzione territoriale, con alcune differenze legate a esigenze di fruibilità silvo-pastorale o turistica o a necessità contingenti. Infatti oltre il 90% del territorio più fragile di zone collinari e montane è sottoposto a gestione pressoché costante, con interventi condotti, in media, ogni anno pari a circa 0,5 ore per ettaro di superficie forestale.

4. Discussione e considerazioni finali

Dal confronto tra le dichiarazioni di taglio e le potenzialità produttive è emerso un generale sottoutilizzo dei boschi piemontesi, risultato che è almeno in parte legato all'esclusione dei piccoli interventi dalle denunce raccolte e che induce a fare alcune precisazioni riguardanti l'attuale sistema di raccolta dei dati. Le norme definite dal regolamento attuativo n. 4/2010 (e successive modifiche) prevedono dal 1° settembre 2010 che per eseguire tagli boschivi nel territorio regionale sia necessario rispettare procedure specifiche in base alle diverse caratteristiche del bosco e dell'intervento, "comunicazione semplice", "comunicazione con rela-

zione tecnica” e “autorizzazione con progetto”. Successive modifiche regolamentari, Reg. n. 17/2010 e Reg. n. 8/2011 hanno comportato l’innalzamento della soglia minima a 5.000 m² per le comunicazioni semplici, determinando il crollo del numero di istanze raccolte per i piccoli interventi. Considerando che non è mai stata realizzata una campagna integrale di raccolta delle istanze, e sulla base delle registrazioni precedenti, si può stimare che l’ultima modifica regolamentare abbia ridotto di circa la metà il numero complessivo delle pratiche presentate. Rispetto alla superficie, pur con maggiore incertezza, è possibile ipotizzare che la riduzione sia solo del 20-30%, infatti la superficie media degli interventi comunicati - ante modifiche regolamentari - era inferiore al mezzo ettaro, mentre successivamente tale dato è salito a valori prossimi a 7.000 m², proprio per la variazione della soglia prevista dal nuovo regolamento che ha fatto sì che vengano oggi registrati solo gli interventi di dimensioni più significative.

Alla luce di questi risultati, e considerate le loro ricadute operative sulle politiche forestali piemontesi, si ritiene molto opportuno rivedere la soglia minima per la presentazione delle istanze di taglio. Con ciò si otterrebbero anche informazioni più attendibili e significative ai fini delle statistiche ufficiali che, come è noto e ampiamente riconosciuto, sottostimano fortemente l’importanza produttiva e occupazionale del settore forestale. Per quanto riguarda il settore privato delle imprese di utilizzazione, nonostante i limiti dell’analisi, condotta su un campione limitato ma privilegiato dell’imprenditoria forestale piemontese, è emerso come le imprese dell’albo costituiscano un’importante realtà produttiva, soprattutto per le quantità di legname utilizzato dichiarate, pur mantenendo mediamente dimensioni strutturali ed economiche piuttosto contenute e forme organizzative semplici. Inoltre la relativamente giovane età dei conduttori lascia spazio a significativi miglioramenti e prospettive di sviluppo del settore, in considerazione del fatto che si tratta anche di soggetti con adeguata formazione professionale. La dinamicità delle imprese trova riscontro anche nella presenza di un parco macchine recente e, in alcuni casi, innovativo, con notevoli investimenti di capitale, realizzati soprattutto negli ultimi dieci-quindici anni anche grazie ai contributi comunitari, vedasi l’andamento crescente di macchine come *forwarder*, *harvester* e *skidder*, che ad oggi sono 24 in tutta la Regione. Altrettanto positiva è la diffusione delle gru a cavo nell’ultimo decennio, attrezzature quasi sconosciute negli anni ‘90: ora il loro totale ammonta a ben 75 unità. Ma le utilizzazioni forestali sono, in genere, solo una delle attività svolte dalle imprese iscritte e non sempre l’attività prevalente, a riprova di una certa multifunzionalità.

I risultati ottenuti dall’analisi delle informazioni disponibili per il settore delle squadre forestali hanno evidenziato una spesa abbastanza stabile nel periodo considerato, nonostante le difficoltà degli ultimi anni, a fronte di un numero complessivamente crescente di giornate lavorate, con l’eccezione degli ultimi anni. Contestualmente, è aumentato il numero degli addetti a tempo indeterminato, a fronte di una riduzione di quelli a

tempo determinato, rendendo in questo modo il settore più stabile. La Regione Piemonte fornisce lavoro a circa 550 addetti, tra tempo indeterminato e determinato, pertanto il settore è da considerarsi rilevante, specialmente in alcune valli interne e marginali.

La reale importanza delle attività del settore è sottolineata dalla spesa annua per il personale, attestata appena al di sotto di 15 milioni di euro nel periodo considerato, e dalla sfaccettatura delle tipologie di interventi, non solo forestali, ma anche di gestione di vivai, parchi e altre attività collaterali, come il ripristino di aree attrezzate e la manutenzione delle vasche antincendio. Inoltre, le attività svolte dalle squadre negli ultimi anni hanno subito un adattamento alle necessità, che ha comportato una riduzione delle operazioni di rimboschimento, anche alla luce della naturale espansione delle superfici boscate, cui è subentrato un maggior impegno nelle cure colturali. Queste hanno interessato in particolare i diradamenti, le conversioni e le cure fitosanitarie, operazioni volte a migliorare la composizione e la struttura dei boschi.

Si rileva poi una generale riduzione degli interventi forestali e delle sistemazioni idrauliche tradizionali a favore di quelli di manutenzione di piste e sentieri e delle sistemazioni di versanti e corsi d’acqua con tecniche di ingegneria naturalistica (Raviglione e Collatin, 2011, com. pers.). Le analisi territoriali, sia a scala comunale sia per area omogenea, denotano una gestione forestale capillare e costante su tutto il territorio montano e collinare regionale, pur con impegno eterogeneo per quanto riguarda gli interventi ed il relativo monte ore, spiegabile in base alle differenti esigenze di fruibilità silvo-pastorale e turistica o alla presenza di dissesti. In conclusione, nell’attuale indirizzo di pianificazione strategica della Regione Piemonte, l’adozione di un albo delle imprese forestali va valutata positivamente perché pone le basi per il coordinamento del settore, portando inoltre utili elementi conoscitivi sulle caratteristiche strutturali, tecniche e operative di chi lavora in bosco. Questo da un lato consente alle stesse imprese di riconoscersi e crescere e dall’altro è uno strumento in grado di migliorare nel medio-lungo termine la qualità del settore, con un’offerta lavorativa più solida e una maggiore aggregazione e rappresentatività delle aziende.

Non va infine scordato che l’albo offre alle imprese condizioni preferenziali per accedere ad agevolazioni e per l’aggiudicazione di lotti pubblici. In sintesi, l’albo è un valido strumento per indirizzare le scelte ed i contributi pubblici, in accordo con gli indirizzi politici comunitari e regionali, e può essere utilizzato per contrastare il lavoro irregolare. In futuro, questo sistema, si proporrà sempre più come dispositivo in grado di dirigere e rafforzare il settore delle utilizzazioni attraverso un quadro di programmazione generale.

Il coordinamento tra queste attività di promozione del settore, formazione e investimento in strutture e macchine ha consentito una sostanziale tenuta del comparto sul territorio regionale anche in periodo di crisi. In prospettiva è necessaria un’evoluzione degli interventi verso un maggior consolidamento in termini strutturali ed economici (dotazioni, manodopera e

capitali) e soprattutto il rafforzamento delle conoscenze e competenze specifiche. Inoltre appare ormai imprescindibile un'attività di coordinamento con le altre Regioni, specialmente prevedendo un rafforzamento degli Albi degli operatori tra loro sinergici, che individuino requisiti comuni di formazione e qualificazione degli iscritti, consentano una reale attuazione del Reg (UE) N. 995/2010 e permettano di individuare strumenti di contrasto del lavoro irregolare. Anche il settore pubblico è da considerarsi come importante strumento occupazionale, specialmente in alcune valli

interne e marginali, ove garantisce sia il presidio dei territori più fragili, sia le attività di gestione e manutenzione del territorio che non potrebbero essere assolte dalle imprese private.

Il settore forestale rappresenta una rilevante opportunità di lavoro e di reddito per le popolazioni di aree svantaggiate e, attraverso la gestione attiva del territorio, ne garantisce la salvaguardia, costituendo nel contempo un tassello dello sviluppo locale attraverso la valorizzazione economica dei prodotti del bosco, generando ricadute economiche e sociali.

Tabella 1. Analisi della superficie tagliata.

Table 1. Analysis of harvested surfaces.

	<i>Ettari</i>	<i>%</i>	<i>ha/istanza</i>		<i>Ettari</i>	<i>%</i>	<i>ha/istanza</i>
Fustaia	829	25	0,99	Ceduazioni e tagli di maturità	2080	61	0,61
Ceduo	1.704	50	0,60	Tagli intercalari – diradamenti, ripuliture, sfolli	958	28	0,76
Governo misto	858	25	0,64	Conversioni a fustaia	226	7	1,33
				Tagli fitosanitari	127	4	0,71
Totale	3.391	100	0,68	Totale	3.391	100	0,68

Tabella 2. Volumi raccolti.

Table 2. Harvested volumes.

	<i>m³</i>	<i>%</i>			<i>m³</i>	<i>%</i>
Fustaia	49.230	20		Legname da lavoro	23.533	9
Ceduo	134.229	53		Paleria	26.317	11
Governo misto	67.577	27		Ardere	75.769	30
				Energetico	125.416	50
Totale	251.036	100		Totale	251.036	100

Tabella 3. Stima del numero potenziale di addetti e del valore delle utilizzazioni.

Table 3. Estimation of the potential number of employees and the value of the timber.

		<i>Media annua</i>
Giorni per abbattimento ed esbosco	die	71.000
Numero potenziale di addetti a tempo pieno (2300 ore/anno)	n.	250
Valore complessivo delle utilizzazioni	€	10.000.000
Valore per addetto	€	40.000

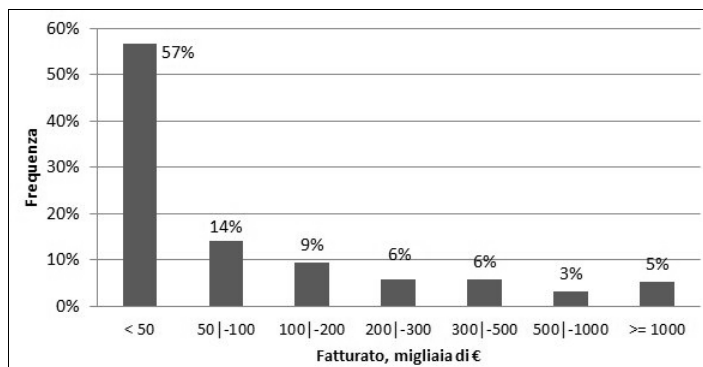


Figura 1. Analisi del fatturato.
 Figure 1. Turnover analysis.

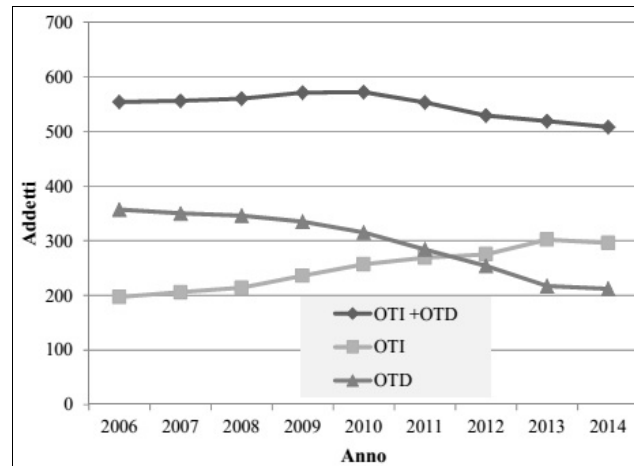


Figura 2. Analisi degli addetti.
 Figure 2. Analysis of employees.

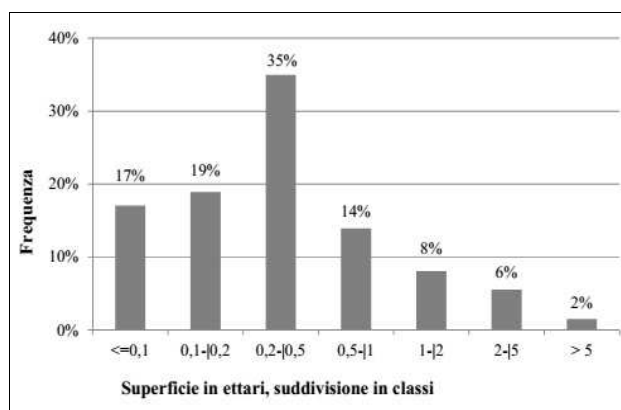


Figura 3. Analisi della superficie di intervento.
 Figure 3. Analysis of harvesting surface.

SUMMARY

Management and estimate of forest utilization value in Piedmont

The paper gives an overview of the forest utilizations in Piedmont Region (Italy) after the issue of the new Regional Forest Law (Law number 4/2009) in September 2010.

It describes structure, activities and management of private forest companies, recorded in the official regional register of forestry companies and it investigated the public forestry workers as well, analyzing the evolution of employees, their activities and the related expenditure, from 2006. The overall picture of the sector shows a general underutilization of the resource, but at the same time, it demonstrates an high productive potential, both in terms of quantity and quality. The regional initiative to adopt a register of forestry companies is welcomed, because it allows better coordination of the sector, giving also useful information about characteristics of forest workers, and acting as tool, particularly in the medium long-term, promoting the aggregation of the companies. Finally, the public sector is considered as an important instrument to support employment, especially in some inland and marginal areas, where it guarantees the presence and the maintenance of human presence in fragile territories.

BIBLIOGRAFIA CITATA E DI RIFERIMENTO

- Blanc S., 2010 – *Analisi e valutazioni sull'impiego della manodopera e delle macchine nel comparto agro-forestale*. Quaderni del Dipartimento di Economia e Ingegneria Agraria Forestale e Ambientale, Grugliasco.
- Brun F., Mosso A., Giau B., Stola F., 2009 – *Analisi socio-economica e strutturale della filiera legno in Piemonte per la realizzazione di un osservatorio economico del comparto*. Quaderni del Dipartimento di Economia e Ingegneria Agraria Forestale e Ambientale, Grugliasco, pp. 96.
- Brun F., Mosso A., Blanc S., 2012 – *Valutazioni economiche di interventi in foreste alpine di protezione*. In: Quaderni di economia rurale, Esperienze di economia applicata al territorio montano, a cura di Garoglio P., Celid, quaderno n. 1, Torino.
- Collatin A., Compagnone G., Gabbia M., Furione P., Davanzo di Cozur C., 2007 – *Gestione delle attività delle squadre forestali*. Atti 11^a Conferenza Nazionale ASITA, Centro Congressi Lingotto, Torino 6-9 settembre 2007.
- Gottero F., Ebone A., Terzuolo P., Camerano P., 2007 – *I boschi del Piemonte, conoscenze e indirizzi gestionali*. Regione Piemonte, Blu Edizioni, pp. 240.
- Pettenella D., 2009 – *Le nuove sfide per il settore forestale – Mercato, energia, ambiente e politiche*, Quaderni Gruppo 2013, Edizioni Tellus.

Settore Gestione Proprietà Forestali Regionali e Vivaistiche della Regione Piemonte, 2006 – *L'attività del Settore Proprietà Forestali Regionali e Vivaistiche - Gli operai forestali - Le squadre forestali - I vivai*. Regione Piemonte, Centro Stampa Regione Piemonte, Torino.

Settore Gestione Proprietà Forestali Regionali e Vivaistiche della Regione Piemonte, 2007 – *L'attività delle squadre forestali regionali*. Regione Piemonte, Centro Stampa Regione Piemonte, Torino.

LO STUDIO DELLA FILIERA FORESTA LEGNO IN TOSCANA. PROSPETTIVE PER IL FUTURO

Roberto Fratini¹, Francesco Riccioli¹

¹Dipartimento di Gestione dei Sistemi Agrari, Alimentari e Forestali, Università degli studi di Firenze, Firenze; francesco.riccioli@unifi.it

Lo studio presentato trae spunto da una recente indagine realizzata sulla filiera foresta legno in Toscana. Obiettivo primario è la ricostruzione dei flussi di interscambio di materiale legnoso tra le imprese di segagione toscane e gli altri comparti della filiera del legno da opera, a livello regionale, extra-regionale ed estero, è stata effettuata realizzando una indagine diretta presso le aziende individuate nella fase di campionamento. I dati necessari allo sviluppo della ricerca sono stati rilevati attraverso la somministrazione di questionari strutturati, costruiti ad hoc per le imprese. Nello studio in base al campione esaminato, viene evidenziato quanto legname è lavorato nella industrie della Toscana, quanto viene esportato e quali quantitativi sono poi invece importati da altre regioni e/o dai mercati esteri. Del materiale acquistato è stata valutata oltre alla quantità, il prezzo e la provenienza, l'eventuale certificazione forestale. Identiche informazioni sono state raccolte anche a proposito delle vendite. Inoltre è stato valutato se è presente nel mercato una richiesta di legname certificato. Una migliore organizzazione del mercato del legno consentirebbe di produrre effetti positivi sia dal lato dell'offerta sia da quello della domanda, consentendo anche una maggiore conoscenza del materiale legnoso disponibile.

Parole chiave: filiera foresta legno, certificazione, mercato del legno.

Keywords: forest-wood chain, forest certification, wood market.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-rf-stu>

1. Introduzione

Il progetto Sistema legno in Toscana 2010 (SISLE 2010)¹ si è proposto di realizzare un quadro informativo completo e aggiornato della filiera toscana del legno da lavoro e di formulare proposte per la valorizzazione del legname da lavoro prodotto nel territorio regionale. La ricerca, più precisamente, si è basata sulla realizzazione di un'indagine dell'intera filiera di trasformazione del legno da opera toscano, allo scopo di approfondire la conoscenza in merito ai rapporti tra i diversi comparti coinvolti nel settore, ai fabbisogni di materia prima da essa generati e alla provenienza della materia prima legnosa, in relazione alle esigenze delle imprese di prima e seconda trasformazione e della domanda da parte del mercato. Una precedente indagine condotta nel 1992 aveva ampiamente affrontato questa tematica e alla luce di quella esperienza si è tentato di verificare quanto il settore della trasformazione del legname sia cambiato in questi venti anni (Bernetti *et al.*, 1993). In questo studio, presentato al congresso internazionale di selvicoltura di Firenze, è proposta un'analisi dei settori della prima e seconda trasformazione del legname. Per la rilevazione

dei dati utili alla ricostruzione dei flussi di interscambio tra le imprese della filiera foresta-legno, è stata realizzata una campagna di interviste considerando un campione rappresentativo di aziende che operano nel settore.

2. La rilevazione dati per il settore della prima trasformazione. Il campione intervistato

Il database fornito dalla CCIAA di Firenze, riguardante le imprese che risultano appartenere al comparto delle segherie (codice ATECO 2007 - Classe 16-10), è stato sottoposto ad uno screening dettagliato. I risultati del riscontro sono riportati in tabella 1. L'analisi finalizzata alla ricostruzione dei flussi di interscambio di materiale legnoso tra le imprese di segagione toscane e gli altri comparti della filiera del legno da opera, a livello regionale, extra-regionale ed estero, è stata effettuata realizzando pertanto una indagine diretta presso le sole 37 aziende² che hanno acconsentito di compilare un questionario costruito ad hoc. Le imprese di segagione interessate dall'indagine sono distribuite sull'intero territorio regionale (Tab. 1), con una maggiore incidenza per le province di Arezzo - 29% del totale, 11 imprese intervistate complessivamente - e Firenze (21% del totale con 8 realtà indagate).

¹ Il Progetto SISLE, svoltosi nel periodo 2010-2013, finanziato dalla Regione Toscana è stato coordinato dal GESAAF - Dipartimento di Gestione dei Sistemi Agrari, Alimentari e forestali (ex DEISTAF).

² Rispetto al campione predisposto di 266 aziende solo 47 sono risultate essere effettivamente segherie, dieci di esse non hanno però acconsentito all'intervista.

Seguono Pisa e Siena che rappresentano entrambe il 13 % del campione (5 aziende), e Grosseto e Pistoia, nei cui territori è stato possibile sottoporre ad intervista 3 aziende; e Lucca, infine, è la provincia meno rappresentata, con solo 2 imprese indagate (5% del totale).

Per quanto riguarda la tipologia giuridica delle imprese, prevale nettamente la Società in nome collettivo (Snc), adottata da 23 aziende in totale (il 62% del campione), seguita dalla Società a responsabilità limitata (Srl), registrata da 9 aziende (24% complessivo).

Tre sole realtà sono costituite da ditte individuali, mentre due imprese hanno rispettivamente personalità giuridica di Società per azioni (Spa) e di impresa agricola. La dimensione media aziendale è sicuramente limitata: 7,6 addetti per realtà produttiva, distribuita in un range di valori compresi tra 2 e 45 addetti.

L'analisi delle frequenze rivela che l'84% delle realtà ha un numero di addetti minore di 10 (compreso tra 2 e 9), mentre il 92% ne possiede meno di 20. Considerando il solo numero degli occupati, tutte le realtà sembrano possedere le caratteristiche della piccola impresa (83%), tra queste numerose presentano le dimensioni della microimpresa³.

Il campione d'impresе intervistato acquista in totale 87.347 metri cubi di materiale grezzo (tondame da sega), per una media di circa 2.361 m³ ad azienda (Tab. 2).

I dati raccolti evidenziano un'elevata variabilità tra le aziende oggetto di indagine in termini di acquisti. I valori massimi trattati sono risultati pari 22.000 metri cubi ma è da notare che l'81% circa delle unità analizzate commercia quantità inferiori o uguali ai 3.000 m³. In termini percentuali, il 41% delle aziende (15 unità) acquista quantitativi inferiori o uguali a 1.000 m³ di tondame da sega, mentre il 62% del totale tratta quantità non superiori ai 2.000 m³. Soltanto tre unità acquistano più di 5.000 m³ di legname, mentre una sola azienda tratta volumi superiori a 10.000 m³ di materiale legnoso grezzo.

2.1 Le specie legnose utilizzate

L'analisi delle specie arboree acquistate ci indica una situazione di equilibrio tra conifere e latifoglie, rispettivamente il 47% e il 53% del totale degli acquisti. In termini assoluti (Tab. 3), la specie più acquistata è il castagno, che con 32750 m³ (37% del totale degli acquisti). Seguono poi le "specie miste"⁴ con (29103 m³) e le "altre conifere" con 8052 m³. Le tre categorie rappresentano da sole l'80% degli acquisti totali. Nella categoria "altre conifere" prevalgono varie specie di

pino, in totale pari al 97% del volume acquistato. Le "altre latifoglie" con 5399 m³ sono pari al 6% del totale acquistato. Al suo interno prevale nettamente la rovere (67% del totale), seguono il tulipier (850 m³) e l'ontano, che apportano un contributo del 16% e del 13%. Volumi modesti sono rappresentati dagli acquisti di rovere francese rosso e robinia, complessivamente il 4% di questa classe di acquisti. L'abete bianco e l'abete rosso, specie di grande interesse per molti settori di lavorazione del legno, industriali ed artigianali, in termini di quantitativi acquistati incidono soltanto per 3,41% sul volume totale di legname grezzo.

2.2 Provenienze e prezzi del legname grezzo

Il materiale acquistato è per il 63% di origine regionale (54996 m³), il 12% ha origine extra-regionale (10175 m³) mentre il 25% è di origine estera (22176 m³). Il pino nero, il cipresso, pioppo e noce risultano avere provenienza esclusivamente regionale. Il 97% dei volumi delle categorie specie miste e altre conifere è acquistata presso operatori regionali (97% in entrambi i casi), seguite dalla douglasia (96%), pino marittimo (90%) e abete bianco (86%). Il castagno, che risulta la specie più rappresentativa in termini di tondame grezzo acquistato, è trattato per il 23% da operatori regionali, per il 26% da operatori extra regionali e per ben il 51% da operatori esteri. Soltanto il 26% del materiale legnoso regionale e il 51% del tondame reperito in regione è acquisito da ditte di utilizzazione forestale mentre il restante 23% da agenti di commercio. I trasformatori contribuiscono al totale degli acquisti effettuati in regione soltanto per l'1% circa. I prezzi di acquisto più elevati sono in assoluto sono quelli riguardanti il mogano (560 €/m³) e l'olmo, il cui prezzo varia tra un minimo di 400 €/m³ ad un massimo di 500 €/m³.

La categoria "altre latifoglie" (che include rovere, tulipier, ontano, farnia, rovere francese rosso, roverella, robinia) rappresenta la terza classe più onerosa, spuntando prezzi medi minimi di acquisto pari a 246 €/m³ e massimi pari a 275 €/m³.

Il castagno spunta prezzi di acquisto compresi tra 136 €/m³ e 227 €/m³. Le specie meno costose sono state il pioppo (prezzo minimo medio di acquisto di 45,22 €/m³ e prezzo massimo medio pari a 51,61 €/m³), il pino nero (prezzo medio minimo di acquisto di 45,67 €/m³ e prezzo medio massimo pari a 48,67 €/m³) e la douglasia (prezzo medio minimo di acquisto di 53,57 €/m³ e prezzo medio massimo pari a 60,39 €/m³).

2.3 Le vendite

L'analisi dei dati riguardanti le vendite, suddivisi in funzione degli assortimenti legnosi ricavati dal tondame grezzo (Tab. 4) rivela che i volumi della produzione sono ripartiti, in ordine crescente, tra le categorie comprendenti gli altri assortimenti (5378 m³), le travi (6638 m³), i segati (11627 m³), gli elementi strutturali (14455 m³) ed, infine, i pallets e gli imballaggi (20454 m³).

Dall'elaborazione dei dati riguardanti i flussi di vendita, suddivisi per specie arborea, si rileva, che il castagno assorbe il 37% dei volumi di vendita complessivi (21762 m³) ed è la specie arborea maggiormente

³ Una microimpresa è definita come un'impresa il cui organico sia inferiore a 10 persone e il cui fatturato o il totale di bilancio annuale non superi 2 milioni di euro (secondo la Raccomandazione 2003/361/CE, della Commissione, del 6 maggio 2003).

⁴ Le "specie miste" comprendono assortimenti sia di conifere sia di latifoglie, in particolare da pino, abete, douglasia e pioppo: questo tipo di assortimento incide sul totale della categoria per il 75% (22.000 m³).

utilizzata per la produzione di elementi strutturali, segati e travi, rappresentando, rispettivamente, il 75%, il 64% ed il 41% del totale per ciascuna categoria di assortimento citata. Seguono, in ordine crescente di volumi di vendita assorbiti, il gruppo delle specie miste e di "altre conifere". Considerando i volumi di legname ora elencati, sono ripartiti in funzione della destinazione di vendita, emerge che il consumo finale, con 40610 m³, assorbe ben il 69% delle vendite, alla categoria dei commercianti vengono destinati 8586 m³ di prodotti (il 15% dei volumi totali di vendita), mentre i mobilifici incidono per l'1% soltanto sul totale.

Le falegnamerie artigianali e le falegnamerie industriali assorbono rispettivamente l'8% ed il 7% delle vendite. Analizzando la ripartizione dei volumi in funzione delle destinazioni finali, risulta, invece, che sul territorio regionale sono venduti 45817 m³ di prodotti pari al 78% delle vendite totali. Al territorio nazionale (extra-regionale) sono destinate il 20% delle vendite (11653 m³), piccole quantità riguardano i mercati esteri: 1081 m³ pari al 2% delle produzioni. Esaminando i prezzi medi di vendita spuntati dalle realtà indagate, espressi per unità di volume e suddivisi in funzione degli assortimenti ricavati dal tondame grezzo, i segati presentano il valore più elevato, con prezzi minimi di 445 euro e massimi di 529 euro circa. Seguono gli elementi strutturali, i cui prezzi oscillano tra valori minimi di 412 euro e massimi di 529 euro. Infine le travi con un valore compreso tra 376 e 529 €/m³.

3. Le imprese di seconda trasformazione

Il mercato del legno toscano, come del resto gran parte dell'industria manifatturiera, attraversa anche per i comparti della seconda trasformazione del legno una fase di grande difficoltà, la diminuzione delle esportazioni da un lato e la stagnazione della domanda interna dall'altro, hanno fortemente inciso sulla capacità di crescita del settore. Già nel 2011, secondo dati Irpet (2012 e 2013), emergeva una debolezza del settore Legno-Arredo che rispetto ad altri settori dell'industria manifatturiera⁵ mostrava in termini di numeri indice un calo di quasi 20 punti rispetto all'anno 2007 (anno base di confronto). Risentono della crisi anche realtà produttive più recenti come la camperistica, a essere colpite sono soprattutto le piccole e piccolissime aziende della subfornitura e quelle dei settori collegati come l'arredamento e la nautica. Si osserva, infatti, una diminuzione degli investimenti in innovazione di processo e prodotto, che sono indispensabili per mantenere competitivo questo settore.

⁵ Nel 2012 per l'industria manifatturiera la flessione produttiva è stata rilevante, nonostante la spinta positiva ancora proveniente dai mercati esteri. A livello settoriale cresce, seppur fra luci e ombre, solo la farmaceutica, mentre riduzioni di varia entità si registrano per tutti gli altri principali comparti di attività (solo la pelletteria è stata in grado di contenere le perdite).

3.1 Il campione intervistato

Da rilevare come le aziende intervistate non fanno parte di un campione statistico ma sono di un gruppo di testimoni privilegiati contattati telefonicamente in collaborazione con il Centro Sperimentale del Mobile (CSM) e dell'arredamento, una società consortile tra aziende del settore costituita nel 1982 per fornire all'imprenditoria un supporto in termini di ricerca, promozione e formazione professionale.

Più specificatamente l'indagine ha interessato in totale trentasette aziende, distribuite nelle province di Arezzo, Firenze, Livorno, Pisa, Pistoia e Siena, con una maggiore incidenza nella provincia di Siena (27%) e in quelle di Arezzo e Firenze (entrambe con il 24% del totale). Da un'analisi generale del comparto è possibile notare che il legname è in gran parte acquistato da falegnamerie e segherie nazionali o regionali (circa il 70%) mentre il prodotto ricavato è principalmente formato da mobili, accessori per mobili e semilavorati. Esaminando con maggiore dettaglio il dato raccolto emerge che il 32% delle aziende intervistate produce mobili, mentre un 19% si occupa di componentistica per arredamento, un altro 19% appartiene invece al comparto delle segherie. Quest'ultima realtà è stata inserita nell'ambito dell'analisi del comparto di seconda trasformazione del legno poiché è costituita da aziende caratterizzate da una forte specializzazione in senso orizzontale e verticale, in modo tale da immettere nel mercato una vasta gamma di prodotti finiti. Questa peculiarità le rende, quindi, più affini alle imprese analizzate in questo contesto, rispetto alle imprese di segazione di prima lavorazione, che sono state oggetto di approfondimento nel capitolo precedente.

3.2 Gli acquisti di legname

Gli acquisti delle imprese di seconda trasformazione interessano soprattutto l'abete (abete rosso in gran parte) con circa 8.700 metri cubi (m³) pari al 39% del totale acquistato (22.386 m³), dopo l'abete, seguono le "conifere miste"⁶ che interessano circa il 25% del totale con 5.500 metri cubi, poi il pioppo con il 19% del totale, mentre il gruppo "latifoglie varie" interessa il 7% del totale con 1485 metri cubi. Fra gli assortimenti ricavati i segati occupano il ruolo più importante con circa 10280 metri cubi, pari al 46% sul totale, seguiti dai pannelli con 5.085 metri cubi (23% sul totale) e i compensati (4260 metri cubi pari al 19% sul totale) (Tab. 5). Sempre negli acquisti delle singole imprese si ritrova materiale già tagliato (728.000 metri quadrati) da utilizzare per *parquet*, pannelli speciali per cucine, componentistica per camper, ecc. Tra le specie legnose la quantità più elevata è rappresentata dalle latifoglie varie⁷, con oltre 641.000 m² pari

⁶ Nei lotti acquistati ci sono più conifere per cui è difficile classificarle con la prevalenza di una singola specie.

⁷ Come prodotto innovativo tra i pannelli di pioppo, ci sono i Panoxil® Standard, inconfondibili sia per il loro aspetto visivo che per le loro caratteristiche fisico-meccaniche. Il loro impiego è molto diffuso sia nell'industria del mobile sia nei camper.

all'88% sul totale acquistato, cui seguono le latifoglie tropicali con 72.000 m² con circa il 10% del totale. La provenienza del legname è sostanzialmente distribuita equamente fra la quota nazionale (37%), la quota regionale (33%) e quella estera (30%).

Analizzando i prezzi medi di acquisto, espressi in euro per metro cubo, si nota come la rovere e le querce nordamericane siano le specie che spuntano prezzi più elevati sul mercato interno, 850 euro per metro cubo in media, seguite dal pioppo con 802 e dall'acero con 750 euro per metro cubo. Discorso a parte va fatto per l'erica (*Erica arborea*), il cui prezzo si aggira intorno ai 1.260 euro a metro cubo. Questa specie ha una menzione speciale, grazie al ciocco sottoposto a lavorazione artigianale per ricavarne sbozzi da pipa, presso un unico importante operatore. Per quanto riguarda gli assortimenti prodotti, si nota come i compensati siano l'assortimento più costoso in assoluto, con 650 euro per metro cubo, ad essi segue la categoria "materiali vari", con 554 €/m³, e i segati, con circa 318 €/m³.

3.3 Le vendite

Dall'analisi delle specie arboree considerate emerge che la tipologia "conifere miste"⁸ è tra quelle maggiormente vendute (49%), seguita dall'abete rosso e dal castagno (rispettivamente 23% e 19%). Considerando, invece, il tipo di prodotto venduto si nota la prevalenza della classe "materiali vari" (62%), seguita dai segati (21%) e tranciati (10%). Per quanto riguarda la destinazione delle vendite, il comparto di produzione verso il quale sono destinati è per il 58% costituito da commercianti all'ingrosso, per il 25% dai consumatori finali, per il 13% dai mobilifici e per il 4% da rivenditori. La destinazione di tali prodotti (Fig. 1) è prevalentemente regionale (40%), seguono quella estera (20%) e la destinazione nazionale (7%). In base ai prezzi medi di vendita del materiale legnoso trasformato, tra le specie legnose utilizzate, il castagno è quella che ottiene i prezzi più elevati (prezzo medio di 290 euro per metro cubo), seguito dall'abete rosso (258 euro per metro cubo). Per quanto riguarda il numero di addetti delle aziende intervistate (Fig. 2) si nota che, su un totale di 1.276 addetti, i comparti prevalenti sono la camperistica (46%), i mobilifici e l'arredamento con il 43% degli addetti totali.

È importante ricordare che negli ultimi 25 anni il settore della fabbricazione di camper in Italia ed in Europa ha registrato una lunga ed ininterrotta crescita di mercato con significativi incrementi di volumi di pezzi prodotti, di fatturati e di occupati per le imprese della filiera (Nevoso, 2008). Il sistema produttivo locale della camperistica della Val d'Elsa e Val di Pesa rappresenta una delle più importanti concentrazioni di imprese che operano in questo settore.

4. Conclusioni

Sicuramente il campione di segherie intervistato non ci permette di ricostruire con esattezza l'andamento dei

flussi di legname, probabilmente vi è anche una sottostima dei quantitativi acquistati in regione e di quelli importati da altre regioni oltre che dai mercati esteri. Nel suo insieme, sempre sulla base delle interviste effettuate, il gruppo d'impresе di prima trasformazione si presenta produttivamente poco specializzato e in questo senso anche deindustrializzato, in analogia all'andamento comune a tutto il manifatturiero toscano (Irpel, 2013).

Dall'esame dei dati raccolti emerge inoltre la poca consapevolezza dell'importanza della certificazione forestale da parte delle imprese di segagione. Per quanto riguarda i diversi mercati di acquisto e di vendita, bisogna tener presente che, salvo integrazioni verticali anche intraziendali (fino all'imballaggio assemblato, fino al mobile finito), di per sé il comparto toscano della prima trasformazione del legno produce un prodotto intermedio: il segato, appunto, e quindi tavolame da edilizia, boule da falegnameria, morali e correnti ecc.. Nei decenni scorsi, per motivi di organizzazione commerciale e di qualità merceologica che hanno determinato la convenienza economica complessiva, dette forniture dall'estero sono state di fatto prevalenti (abete dall'Austria, faggio dall'Est europeo, rovere e castagno dalla Francia, oltre che tutte le specie esotiche da fuori continente) (Thees *et al.*, 2014). Invece, per quanto riguarda la vendita del prodotto di segheria, trattandosi di un prodotto intermedio della filiera la domanda di riferimento è stata e resta tutt'oggi quella interna. Il carattere *made in Italy* o *made in Tuscany* che agevola la commercializzazione fuori Italia dei prodotti finiti dell'arredo o della nautica non apre le porte all'export diretto del prodotto segato. I compratori di riferimento sono le falegnamerie per il tavolame, le ditte edili per il materiale edilizio, e per l'imballaggio le ditte di altri settori con esigenze di commercializzazione del proprio prodotto. Tutte le considerazioni fatte fin qui risalgono al 2010-11 quando l'attuale crisi economica era solo agli inizi, attualmente la situazione non sembra migliorata e per certi versi si è accentuata la diminuzione della domanda interna, che si riflette su tutti i settori di attività quindi anche sul legname da lavoro presso le segherie.

Le prospettive future per molte di queste imprese saranno la diversificazione dell'attività principale, come di fatto già avviene, ed un auspicabile incremento delle quantità lavorate, soprattutto di legname di provenienza regionale. In caso opposto si profila una probabile chiusura dell'attività.

A questo proposito proprio per evitare un ulteriore ridimensionamento del settore, si renderebbero necessarie iniziative future per rendere più efficienti i sistemi di vendita del legname, ricorrendo a procedure unificate sia per i boschi pubblici e sia per quelli privati. È evidente che la creazione di un tale mercato consentirebbe di produrre effetti positivi sia dal lato dell'offerta sia da quello della domanda. Una tale iniziativa permetterebbe di valorizzare maggiormente la materia prima, favorendo l'aggregazione della domanda ed una maggiore conoscenza del materiale legnoso disponibile. Per il settore della trasformazione secondo i dati esaminati è possibile notare come gli acquisti siano in gran parte incentrati su 2 specie: l'abete rosso (anche se in piccole

⁸ Ne fanno parte specie diverse delle quali è stato dato un valore unico di riferimento.

percentuali è presente quello bianco) e il pioppo. L'abete proviene per l'83% dalle falegnamerie e per il restante 17% dalle segherie. I prodotti introdotti nel mercato sono essenzialmente pannelli (52%, segati (47%) e materiali vari (15).

Il pioppo è acquistato esclusivamente dai pioppicoltori e dalla sua lavorazione si ottengono principalmente compensati (96%); per la restante parte (4%) il suo impiego è destinato alla produzione di pannelli di varie tipologie (Castro e Zanuttini, 2009).

Discorso diverso per le vendite, dove le specie maggiormente lavorate sono l'abete, il castagno e il faggio.

L'abete è trasformato in segati per il 74% e in materiali vari per il 26%. Gli assortimenti ricavati sono destinati principalmente a mobilifici e a rivenditori sia locali sia fuori regione. Il castagno è lavorato principalmente per ottenere segati che sono in seguito rivenduti in proporzioni differenti tra commercianti (in prevalenza) e mobilifici.

L'impiego del faggio si ha quasi interamente nei cosiddetti "materiali vari", ad uso quasi esclusivo di mobilifici e per falegnameria industriale ed in taluni casi i segati di faggio sono utilizzati per uso strutturale, considerate le caratteristiche tecnologiche.

Per quanto riguarda le scelte e le tendenze da adottare

per il futuro, dalla lettura dei questionari è emerso che le aziende intervistate non sono particolarmente propense al rinnovamento degli impianti (62% del totale), inoltre gran parte di esse sembra poco orientate sia a spostare l'attività in altri paesi (78%) sia a modificare l'attività sul posto (76% sul totale).

Per quanto riguarda gli interventi di manutenzione ordinaria degli impianti, in sostituzione di quelli obsoleti (considerando un orizzonte temporale di breve periodo), è invece possibile notare un sostanziale equilibrio: 16 aziende non prevedono manutenzioni per i prossimi 5 anni, 14 invece le prevedono, 7 non si sono espresse pur non escludendo del tutto la possibilità di ricorrervi.

Ringraziamenti

Si ringraziano i colleghi della sezione di Economia Agraria del GESAAF per avere consentito lo svolgimento del lavoro e per i preziosi suggerimenti; un ringraziamento particolare alla dott.ssa Maria Cipollaro e al dott. Lapo Casini, per la rilevazione ed elaborazione dei dati dei questionari.

Tabella 1. Campione esaminato nell'ambito dell'azienda di prima trasformazione.

Provincia	Non accetta l'intervista	Accetta	Non è una segheria	Non risponde	Altre motivazioni	Totale
AR	2	9	13	1	13	38
FI	1	5	20	4	22	52
GR	0	3	2	1	4	10
LI	0	0	4	1	7	12
LU	2	7	8	4	19	40
MS	0	0	3	0	13	16
PI	3	6	14	7	8	38
PO	0	0	3	0	4	7
PT	1	2	7	2	7	19
SI	1	5	16	4	8	34
Totale	10	37	90	24	105	266

Tabella 2. Flussi di interscambio di materiale legnoso: gli acquisti (m³).

Totale complessivo	87.347,49
Media	2.360,74
Mediana	1.328,50
Deviazione standard	3.669,23
Valore Minimo	64,87
Valore Massimo	22.000,00
Range	21.935,13

Tabella 3. Quantitativi di legname acquistato suddiviso per specie arborea.

<i>Specie legnosa</i>	<i>Metri cubi</i>	<i>% sul totale</i>
Castagno	32.750	37,49%
Specie miste	29.103	33,32%
Altre conifere	8.052	9,22%
Altre latifoglie	5.399	6,18%
Douglasia	4.420	5,06%
Pino nero	2.467	2,82%
Abete bianco	2.126	2,43%
Pioppo	1.584	1,81%
Abete rosso	853	0,98%
Cipresso	249	0,28%
Frassino	150	0,17%
Faggio	100	0,11%
Mogano specificare	50	0,06%
Olmo	30	0,03%
Ciliegio e noce	14	0,02%
Totale	87314	

Tabella 4. Quantitativi dei principali assortimenti venduti distribuiti per specie.

<i>Specie Legnose</i>	<i>Pallets ed imballaggi</i>	<i>Elementi strutturali</i>	<i>Segati</i>	<i>Travi</i>	<i>Altri assortimenti</i>	<i>Totale</i>	<i>% su totale</i>
Specie miste	13044	291	227	2131	2578	18271	31,21%
Douglasia	65	1609	360		906	2940	5,02%
Pino nero	926		500		150	1576	2,69%
Abete rosso		188	330	150		668	1,14%
Abete bianco	275	434	450	163	756	2077	3,55%
Cipresso			165			165	0,28%
Pino marittimo					3	3	0,00%
Altre conifere	4912		114	70	173	5269	9,00%
Castagno		10795	7478	2690	800	21762	37,17%
Pioppo	1162		170			1332	2,27%
Frassino			113			113	0,19%
Faggio	70		0			70	0,12%
Mogano			50			50	0,09%
Olmo			23			23	0,04%
Ciliegio			6			6	0,01%
Noce			4			4	0,01%
Altre latifoglie		1138	1639	1434	13	4224	7,21%
Totale	20454	14455	11627	6638	5378	58551	

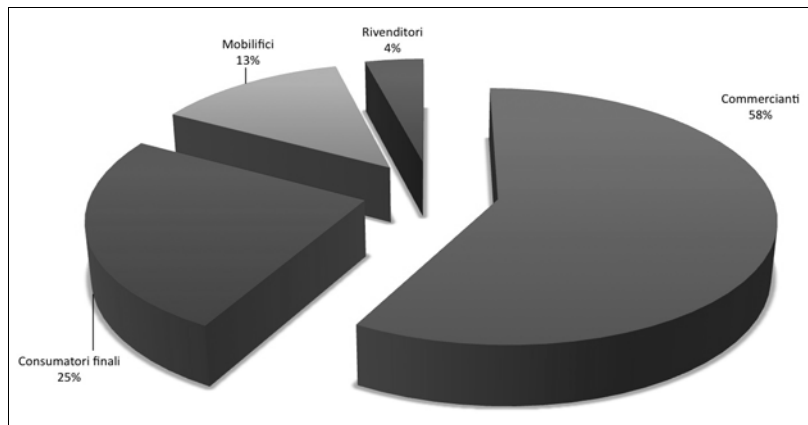


Figura 1. Commercializzazione delle produzioni della seconda trasformazione.

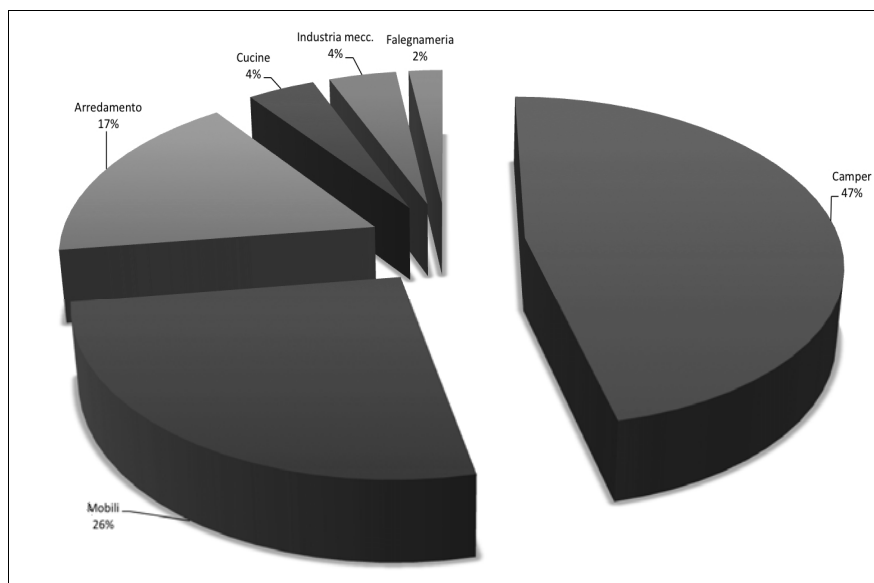


Figura 2. Addetti per comparto produttivo della seconda trasformazione.

SUMMARY

The analysis of the forest-wood chain in Tuscany. The prospects for the future of the Tuscan timber

This study was inspired by a recent survey conducted on the forest sector of Tuscany. The main objective of this contribution is the reconstruction of the timber interchanges among the sawmill firms and the other sections of the forest wood chains (FWCs) at regional, extra-regional and foreign level; it was carried out by providing a direct survey in the companies identified in the sampling phase. The data needed for the development of the research were collected through the administration of structured questionnaires, designed specifically for the enterprises. On the basis of these data, the amount of wood processed in the firms of Tuscany, the amount exported and the amount imported from other regions and/or foreign markets was highlighted. The purchased material was evaluated in terms of quantity, price, origin, and, if existing, forest certification. Identical information was also collected for the selling. Moreover, it was also taken into account if in the Tuscan market there is a demand for certified timber. It is evident that the creation of forest market would produce positive effects on the supply side and on the demand side. Such an initiative could increase the value of raw material, favouring the

aggregation of demand and a greater knowledge of available wood material.

BIBLIOGRAFIA CITATA E DI RIFERIMENTO

- Bernetti I., Casini L., Fratini R., Marinelli A., Romano S., 1993 – *Il sistema Foresta legno della Toscana*, ETSAF - Regione Toscana, Inea, Istituto Sperimentale per la selvicoltura di Arezzo.
- Castro G., Zanuttini R., 2009 – *Poplar cultivation in Italy: history, state of the art, perspectives*. In: IPC 23rd Sess. 'Poplars, Willows and People's Wellbeing'. Beijing, China, 27-30 October 2008, p. 33.
- Irpet, 2006 – *Il settore del legno e mobilio in Provincia di Pisa: quale integrazione con la filiera della nautica da diporto?* Regione Toscana.
- Irpet, 2012 – *Commercio estero della Toscana*. Rapporto 2011-2012.
- Irpet-Unioncamere, 2013 – *La situazione economica della Toscana*. Consuntivo anno 2012 Previsioni 2013-2014.
- Nevoso D., 2008 – *Il sistema produttivo locale della camperistica tra Siena e Firenze*. Imprese, filiere e modelli produttivi nella camperistica in Val d'Elsa e Val di Pesa. Franco Angeli.
- Thees O., Olschewski R, 2014 – *Il mercato del legno - uno sconosciuto... conosciuto*.
http://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/holz/markt/wsl_holzmarkt/index_IT

INTERNATIONAL TRADE OF THE NWFP: ANY OPPORTUNITY FOR THE ITALIAN FOREST SECTOR?

Enrico Vidale¹, Riccardo Da Re¹, Marko Lovric², Giulia Corradini¹, Davide Pettenella¹

¹Dipartimento TeSAF, Università degli Studi di Padova; enrico.vidale@unipd.it

²European Forest Institute

The Italian forests, traditionally managed for wood production, need to tackle today a demand of good and services considered as secondary outputs by the forest manager. The Italian forest sector showed an increasing role of the of the non-wood forest products (NWFP), considered raw material in other sectors like food, floral green and chemical industries. The scarce attention to the production of non-wood forest products in the forest, the complex legal system linked to the harvesting rights and the increment of the use of such products by the industries, have pushed the companies to import raw materials from the international market with favourable quantities and prices. Moreover, in Italy, NWFP have been transformed in functional goods sold to the final users as recreational services inside the forest, instead of as commodities. Wild mushrooms, truffles, berries, nuts, resins, cork, tannins, and ornamental green are the most frequently traded NWFP toward and from Italy; country that covers a key role in the import and processing of several NWFP; the import and processing of the tannin for leather tanning, or cork for stopper and cork panel production or the processing of fresh and dried mushrooms for national and international market are examples of products that let Italy become a leader in the international market. The paper describes the economic volume and quantities of the more traded NWFP from and to Italy, calculated through the analysis of international trade data reported in COMTRADE.

Keywords: NWFP, international trade, forest sector.

Parole chiave: PFNL, commercio internazionale, settore forestale.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-ev-int>

1. Introduction

Forests provide a large variety of products and services, among which non-wood forest products (NWFP) have showed a rising interest in Italy (Croitoru, 2007; Merlo and Croitoru, 2005) as in the global context (Shackleton *et al.*, 2011). Globally, the majority of the NWFP are harvested and used locally for the household needs, while only a small part is sold for commercial purposes (FAO, 2010a).

Despite the small fraction of harvest that reaches the market, NWFPs have been commonly traded as raw or semi processed material along several local or international supply chains working as economical bridge between developing and developed countries (Burgener and Walter, 2007) since after the second world war (Iqbal, 1995). For example, Italy has supplied 95% of the internal market of wild mushroom from the Eastern European Countries and China (Zuchegna, 2005) where the raw material has a lower cost of production. The lack of production and trade data did not allow to report a detailed picture of the economic dimension and market structure of NWFP, in order to enhance the better understanding of market complexity at global level. Some attempts have been done by FAO (2000, 2010a) to highlight the social and economic role of NWFP in the global context. Under the FAO Forest Resource Asses-

sment, the NWFP have been formally considered in the forest accountability. At the same time UNECE-FAO (2000) highlighted the overall problem of production data availability at national level also in the developed countries, due to a lack of NWFP statistics, often mixed with information on other agricultural products. For instance, the NWFP production was estimated 1.1 billion € for Europe in the year 1995, while in the last available assessment is reported a conspicuous increase of the NWFP economic value from the year 1995 to 2007, accounting for 2.76 billion € (Forest Europe, UNECE and FAO and Europe, 2011). The most frequently reported NWFP were game meat, Christmas trees, wild mushrooms and berries, whereas only scattered information were collected for foliage, cork, pine resin, medicinal and aromatic plants, honey and nuts, often sourced from agriculture sector. Nevertheless, the same data have been re-evaluated by FAO (2014) at 4.53 billion € for the same geographic area and year, showing a persistency of data reliability on the production side¹. These discrepancies on NWFP production are due in part to the improvement of the

¹ The value estimation from the FRA assessment in 2005 did not account for informal NWFP production (animal products excluded).

estimation over time, nevertheless still only few countries report regular and reliable statistics on NWFP, mainly based on the harvesting permits issued by the forest administration, or data collected among the forest owners. Notwithstanding this progress in data estimation, there is a persistent lack of data availability due to the high costs of data collection and a non-homogenous nomenclature among the EU countries on NWFP categories, either produced in the forest plantation or on agricultural land. While data on NWFP harvest for personal consumption or for non-market use are costly to be gathered in formal statistics, information along the supply chains are more accessible because formally recorded in the national or regional statistics. In fact, companies involved in any NWFP supply chain are subjected to public control (i.e. health quality in the case of edible products) or they are controlled by national fiscal agencies as they generate taxable economic values. According to Vantomme (2003), international trade data are an important source of information to see the global economic interest on NWFP among countries. Moreover, the analysis of trade data rely on a classification system that considers thousands of species within a set of commodity groups. The Harmonized System (HS) is the most frequent commodity classification system used worldwide for trade data reporting and it is provided by World Custom Organization (WCO). Trade data on NWFP based on HS are quite reliable and they may be recorded weekly, monthly or annually by all economic actors involved in the international trade.

Trade data are generally available from national statistical agencies or from international organizations (WTO, UN), while socio-demographic statistics on NWFP production and use are scattered, and are often linked to the specific geographic areas in which a given NWFP has an economic or social significance.

Due to highlighted problems of the NWFP statistics, the paper aims to study the economic importance of NWFP global trade, in order to provide a general overview of the market structure and dimension of some key NWFP in the Italian market. The paper provides a brief description of the NWFP classification and trade data source, followed by the methodology, the results, the discussion and the conclusion focused on the role of the Italian forest sector.

2. NWFP classification

NWFP have been introduced as concept in tropical forestry in the early '80s in order to account all the production generated by the forest sector. Beer and McDermott (1989) were among the first authors that addressed the issue and they provided a general definition of non-timber forest product (NTFP) as "*all biological materials, other than timber, which are extracted from forest for human use*"; the use was intended direct or indirect and it included also the use of wood biomass. The definition was adapted by FAO (1995) and formally used as reference definition. Nevertheless, only few years later FAO promoted an alternative definition that are still commonly used (FAO, 1999), where NWFPs were defi-

ned as "*products of biological origin other than wood derived from forests, other wooded land and trees outside forests*". The definition was draft to exclude wood biomass, but at the same time it was kept the broader possible to consider the large variety of cases recorded in all forests. The FAO definition has been a reference point for researchers till now; even though it triggered a scientific debate for understanding "*what to include or exclude*" in the NWFP concept.

The initial exclusion of wood material and wood industry by products from the definition helped the researchers to concentrate the attention to all the other products, usually considered positive externalities of the forest. Other debates focused on the origin of the NWFP while other discussions were based on the understanding of the key-factors used for discrimination the different forest products (Shackleton *et al.*, 2011). Only products of biological origin for direct human uses were considered in the paper; hence products such as rock, clay, soil and peat were excluded, as well all the intangible products or services of forests. The most challenging debate addressed the type of land the NWFP are sourced from, or in other words whether to consider NWFP sourced from forests, plantations and other lands, like agriculture or urban areas. Among the NWFP, there are species that can be harvested only in the wild, and other that can be cultivated in plantations or in crop fields as domesticated NWFP, but also NWFP, which grow naturally in agriculture lands or other human-modified environments. Considering only NWFP sourced from forestland could help a lot in addressing sectorial policies; nevertheless, the higher is the reference scale (i.e. national or continental) the less detailed information can be found and consequently a data record may contain an unknown proportion of NWFP sourced outside the forest. For instance, in the international trade, that is the reference scale of the paper, there are no distinctions between wild and cultivated NWFP and even less between wild products sourced from forests or other lands. On the contrary, some specific information can be collected at local or sub-national scale, in which there are specific social or economic interests to have information on target NWFP. Whether the inclusion or exclusion of species from the NWFP definition had a sparkling discussion among scholars and institutions, the "*classification*" of NWFP is an ongoing issue in the international debate. According to Mantau *et al.* (2007), there are different functional ways to classify NWFP; examples are the classification according to the management characteristics, the species form and the chemical components, the taxonomy family, the population size or the "*end use*" of the NWFP or "*product type*"; these last two classifications have been the most frequently used in socio-economic studies. "*End use*" approach might be useful to study the consumption and end user market, while the "*product type*" approach allows to assess the value of raw material supplied from the forest sector. Other classification systems exist in the field research, where more flexible categories have to be considered in order to address the targeted evaluation under research (Shackleton *et al.*, 2011).

As a general rule assumed for the trade analysis in the present paper, we tried to follow the “*path*” of a given NWFP from the forest to the end user, hence the NWFP classification considers the ecological positions of the different NWFP, grouped within a macro category that contains different NWFP types (see Table 4). Moreover, the column “*Harmonized System codes*” links the “*NWFP type*” to the main HS commodity codes based on UN Comtrade data availability. The product type classification has a weak point due to the repetition of certain commodities in different NWFP types. The problem would have been the same also with the adoption of “*end user*” classification because different raw NWFP might be used to make several end products. The use of “*ecological positions*” was also considered because linked to the property rights of the NWFPs. In the present analysis, only the NWFP that may be sourced by European forest were considered, hence we excluded all the tropical and subtropical NWFP.

Due to the continuous changes of certain HS codes, Table 4 reports main NWFP commodity codes found in literature (Iqbal, 1995). Nevertheless, due to the large number² of traded commodities, there might be other HS codes that are referred to commodities containing NWFP (i.e. specific chemical compound, end products, etc.). In total almost 80 commodity groups were reported, and some with an inconstant data availability over time (see Tab. 2).

3. Methodology

The global trade profile of a commodity can be delivered through the analysis of international trade data. The use of European scale data could deliver interesting outputs but the extra-EU trade would be ignored.

The globalization of the international trade let us opt to focus our attention on international databases in order to have a wider overview of NWFP trade. One option was the use of FAO database (FAOSTAT), but data aggregation level was too high, hence trade of many NWFP could not be analysed. The second option was based on the use of Comtrade databases that is also source of data for FAOSTAT. To use Comtrade data, the analyst needs a ‘deep cleaning’ before analysing the data. Despite a common thought, there is no formally recognized approach to clean the raw data (UN-ESCAP, 2009), but only a set of suggestions to help the analyst.

The core problem for data cleaning is the un-match of the data reported of the same trade relationships between two countries. Any country should report the sum of exported and imported quantity and value of the commodities traded during the year; hence, all the trade flows could be reported twice among the countries under the World Trade Organization (WTO), and the reported data should be the same. Nevertheless, several partner countries do not report the information, or

when they do report, often the quantity and value information do not match. The question “*which country is reporting the correct information?*” is crucial for the analysis because these cases regard the majority a large proportion of the whole trade data of a given commodity. The UN “*Economic and Social Commission for Asia and the Pacific*” suggested four different approaches (UN-ESCAP, 2009) to select the correct data for double reported trade as showed in Table 3.

We found quite difficult to rely on one of the reported approaches or on their combinations.

A further approach addressed by UN Statistic Unit was the “*mirroring*”, used by the analyst to fill the missing data with existing data reported by another country; however, the estimated prices needed an additional cleaning before obtaining fair results.

Twenty-two different approaches were tested in order to select the cleaning procedure that minimizes the standard deviation of the price. Exceptions have been treated case by case according the previous approaches. Finally we found that the record containing the higher quantity, between the two records reported for the same trade flow, was addressing more reliable and robust price outputs. Therefore all the records, containing the lower quantity between the two reported for the same trade flow, were removed from the final dataset, used for the analysis. The “*double-record-cleaning*” does not allow to assess directly the average international price for a NWFP commodity, so quantities were classified in three categories (small, medium and large) in order to remove outliers. A similar procedure was implemented also by Berthou and Emlinger (2011) in order to refine international trade data. In principle, lower quantities have higher prices, and often the outliers are referred to quantity values of few kilograms, while average and high quantity values are linked respectively to medium and low prices level. Finally, we compared the average prices related to the large quantity category to real data or information collected among European industries dealing with the specific commodities; the majority of the prices and trend outputs delivered in the present work were confirmed, with some exceptions, like dry mushrooms, due to the high number of species contained in the code. The descriptive analysis reported a snapshot of the international trade trends on quantity and traded values. Additional information are provided on the top traders of the commodities ending with a description of the European and Italian trade balance since the data have been available.

4. Results and discussion

Among all the NWFP commodity groups contained in Table 2, Italy has a key role in the international trade on tannins, cork stopper, chestnuts and fresh mushrooms, where it has held a top position within the five largest global trades for the last decade. Western Countries, like Italy, have traditionally supplied most of these NWFP, but the trade globalization pushed the companies to purchase raw material where the labour cost was lower. Despite the copious information we obtained during the

² Over 0.2 million within 5206 commodity groups in the last HS revision (United Nations, 2006).

data analysis, the following sub-chapters focus on four NWFP types, in which four key commodity groups are described in terms of market structure and trade balance of the EU and Italy. Finally an overview of the whole NWFP global trade is provided.

4.1 Tannins

Tannins are traded under four commodity codes used mainly by leather industries. The EU has implemented a set of laws (Dir.96/61/EC, Dir.2000/60/EC, Dir.20-06/121/EC) to reduce the environmental impact of leather industry with special regards to enhance the quality of freshwater streams and rivers in Europe.

The main target of the European laws was the reduction of hazardous substances³ used in leather industry, which can be partially substituted with natural tannins. Tannins are extracted from wood and wood bark of different trees. In Europe they are obtained from oaks and chestnuts, and they have been almost completely substituted by quebracho and wattle, respectively produced in South America and South Africa. Tannins market is a mature market and it is used mainly in leather and food industries. The traded quantity had a stable-negative trend in the last decade that pushed the price and the total traded value up (Fig. 1-2). Among the tannin producers, South America and South Africa are the two major tannin exporters. Due to the long production cycle of the quebracho tree⁴ (over 80 years), international market has promoted tannins extracted from more flexible sources like wattle bark (7-years of rotations) and other species with shorter rotation periods. The global leather production shifted from EU to other emerging countries like India and China in the last 20 years, and the tannin market followed the industry grow in these geographic areas (Table 4). In Europe only Italy has maintained a core role in the global tannin market. Growing demand in emerging countries, scarcity of raw tannins in the international market and the high environmental standards defined by the EU28 have been the main causes of the price increase by ~50% in the last ten years (Fig. 3).

New emerging countries like India and China are gaining more and more of the market share, hence the market is slowly moving towards Asian countries and North America. The stricter regulations on clean water and less harmful industrial processes for leather production may trigger the international demand of natural tannins, which will induce a shortage on the supply side with a consequent price increment.

The EU trade balance has been negative since the early nineties and it is responsible for 25.6% of the global import of raw tannins (Fig. 4), in which Italy contributed for over the 50%. The dependence from international suppliers together with the increasing demand for tannins from other economies could

increase the problem of scarcity and increase the prices of tannin for the European industries (i.e. leather producers, tanners, food and food industry). Despite Italy is a net importer of raw tannins, it covers an important role in the tannin processing (Fig. 5). The net dependence from the international trade let Italy import raw tannins, but it allowed to invest in tannin refinery, in which Italy doubled the export value between the 2001 and 2011 and it was a net global exporter. Whether the current trend of price increment will be maintained, the increment of international tannin price may allow to re-establish a profitability of tannin national production at large scale in the near future, enhancing the role of chestnut and oak forests.

4.2 Cork

Cork trade data can be found in seven commodities groups; among these categories, we considered three related to rough materials (cork as harvested, pieces of cork and squared cork) and cork stoppers as final product. In 2012, the global traded raw cork accounted for 0.159 M tons (Fig. 6), value that was approximately near to the peak of global trade in the year 2000. The steep increase in terms of traded quantity may be understood as a new re-launch of the sector in the last three years. Nonetheless, the economic value of the raw cork represents only the 28.5% of the total traded value, while the higher added value of the cork supply chain is generated from cork trade, despite the negative trend of cork stoppers (Fig. 7). The negative trend is most likely related to the high competition of plastic and metal stoppers, which are more frequently used to decrease the cost of wine bottles. The price of cork stoppers has increased by 60% in the last decade in the global market, and the fluctuations are probably linked both to the presence of new competing raw materials and the high costs of cork stopper production that requires more and more organized supply chains as well as economic of scale for production (Ahlheim and Frör, 2011) (Fig. 8). On the contrary, prices of raw or semi-processed cork material have remained stable in the same period highlighting the maturity of the market. Higher price instability of cork can be explained due to the very long and rigid production cycle. After planting the cork oak, a first commercial harvest of cork can only be expected after 50 years with subsequent cork harvest every 10 to 15 year; consequently the traders have had a higher propensity to maintain strong trade relationships with regards to the weakest and smallest ones on emerging wine countries. Portugal is the main international cork stopper exporter in the global market and it covers also a relevant role as processor and producer of cork stoppers (see import in Table 5), followed by Spain, France and Italy, though this last disappeared from the top 5, probably due to the high demand on the internal market, highlighted by a growing position as global importers. The main importers are France and USA that held their positions despite the growing importance of the Spanish and Italian markets. Cork stopper is among the most valuable NWFP exported from EU28.

³ http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/priority_substances.htm

⁴ Quebracho is a tree that is harvested in the wild or cultivated in forest plantation in South America.

It accounts for the 94.7% of the global export of the cork in which 55% is traded within EU. The import value of cork stoppers accounted for 54.4%, in which the 95% is supplied within EU28. The monopolistic role of European forests in cork supply could allow a creation of new innovative products based on cork if we consider cork stopper crisis; cork panels, tissues, insulator for noise or temperature are examples of new emerging markets. The EU28 trade balance accounts for 300 M US\$, a value quite stable over time (Fig. 9). The limited profitability from cork forest management is however imposing a strong constraint to increase the cork supply⁵. In Italy the trade balance has been negative since data were recorded: it reached almost the equality between the 1998 and 2003, while from 2004 the balance waves between the 20 and 30 M US\$ of deficit (Fig. 10) due to the wine trade trend.

4.3 Nuts

Nuts are divided into two commodity families: the first considers coconuts, Brazilian nuts and cashew nuts, while the second gather all the other nuts. We looked at some nuts within the second group, such as hazelnuts, walnuts, chestnuts and pistachios, while we excluded pine nuts because the referred HS commodity code reported mainly tropical nuts. Among the traded nuts, only a minor part comes from forestlands, like chestnuts and part of traded almonds and pistachios. According to trade analysis, the most important traded nuts are almonds, which accounted for 1.1 million tons and 4.7 billion US\$ in 2011, on a total quantity of 2.5 million tons and value of 12.9 billion US\$ of traded nuts (Fig. 11-12). The trade of hazelnuts, walnuts, chestnuts and pistachios has increased on a almost constant basis by a billion US\$ since 2001, a year in which trade value accounted for 3.38 billion US\$. Shelled nuts have been the commodities that most impacted the global trade in terms of value; they represent the majority of the traded nuts, respectively 73.6%, 88.3% and 59.9% for almonds, hazelnuts and walnuts. The food industry and large retailers prefer to trade shelled nuts, a choice that pushed the global nuts trade to fulfil the large demand. In general the nuts' prices have doubled since 2001, except for chestnuts, whose price increased by 68%, stopping at 2.53 US\$/kg in 2011 (Fig. 13). The shelling process on average doubles the commodity price per Kg, though in some years (from 2005 to 2008) the price differences reached three times. Large shelling plants, the introduction of new technologies and cultivars are the factors which allowed to keep the price proportion quite stable over time, regardless the market trends. Among nuts commodity groups, chestnuts trade requires a specific focus since it is the most forest-dependent production, and still a key NWFP in the South European countries

like Italy. Despite the constant position of China as the main global chestnut exporter, European countries were able to erode position of China and Korea in terms of economic value (Tab. 6), which have decreased their export share from the 67% in 2000 to 42% in 2011 (total trade value 0.28 billion US\$). In the same period, Italy, Portugal and Spain have increased their share of the export value from the 25% to 42%, probably as a combined effect of the EU Common Agriculture Policy implementation together with the consolidated EU know how in chestnut processing and marketing. The EU28 trade balance has been positive since 1988, oscillating around 30 M US\$ in the last three years. EU28 was covering 40.5% of global import in 2011, mainly generated within the European Union and it supplied over 50% of the global export value, though almost 70% does not leave EU28 countries (Fig. 14). Despite the increasing export trend, there is also an increasing dependency from the international trade, since the trade balance has been quite stable in the last decades. An explanation of this stable trend is surely the static low dimensions of the chestnut forests combined with several pests that have limited the chestnut production (i.e. "chestnut gall wasp" and chestnut blight). Italian trade was also affected by the same problems, which stimulate the import from the international market (Fig. 15), thus becoming the third largest importer in 2011 (Tab. 6).

The enhancement of the production will be core issue for the Italian policy makers, factor that was already underlined in the national chestnut plan.

4.4 Mushrooms

The global mushroom trade shows a continuous increase in the trade volume and value (Fig. 16). According to the results, wild mushrooms cover the 26.4% of the total traded volume (1.79 Mt) and 45.6% of the total value (4.98 B US\$ in 2011) of mushrooms. The proportion of quantity and economic value was also confirmed in 2012, though the global trade decreased to 4.52 B US\$. Among all wild mushrooms categories, fresh and frozen mushrooms have a relatively stable increment rate of 37.6 M US\$ per year since 2002, accounting nine years later for 0.8 B US\$; a value that was confirmed also in 2012 (0.77 B US\$) when the trend breaks its linearity (Fig. 17). Dry mushrooms had a slower increment as preserved mushrooms, accounting respectively for 28.4 M US\$ of average annual growth from 2002 till 2009 and 14.6 M US\$ from 2002 till 2012. The total value of wild mushrooms trade was estimated at 2.08 billion US\$ in 2012, since commodity groups considered in the trade analysis contained part of cultivated mushrooms; indeed, the trade value is affected by Chinese export of dry shiitake and other cultivated mushrooms that can be assessed around 0.25 billion US\$. This was a draft estimation based on data comparison and information analysis, which can be calculated better through more detail data (i.e. HS8 or HS10 codes), unavailable in COMTRADE database at the moment. Prices of wild mushrooms had a positive trend in the last decade (Fig. 18) with a slight stabilization after 2008 crisis. On the global context, China is undoubtedly the largest fresh

⁵ Cork oaks were planted in California, Chile, China, RSA, Australia but plantations in all these countries failed so far to produce bottle stoppers of good commercial quality. Only Morocco, Algeria and Tunisia have natural cork oak stands where cork production could be increased, however this is not happening at a significant scale.

wild mushrooms exporter, both in terms of quantity and economic value (Tab. 7). Alone, it accounted for the 21.2% of the global export value in 2012. The Netherlands and Poland cover an important role in the wild mushrooms trade as main suppliers of the European market; the two countries represent also the main gates of EU28's market, though the role of the Netherlands is influenced by the presence of shiitake mushrooms inside the commodity code 070959. The trade data within the EU are generally underreported due to the custom declaration exemption for small quantities (EU 2010), hence the export or import values are affected by statistical bias. On the import side, the top 4 importers in terms of economic value have been the same from 2005, with a predominant role of Germany and Japan followed by France and Italy. The high level of imports with regard to the exports led to a negative trade balance within the considered period (Fig. 19). Nonetheless, the deficit has slightly decreased in absolute value from 82.2 M US\$ in 2004, to 58.2 M US\$ in 2013, while in general the level of import and export increased. Due to the high perishability of fresh wild mushroom there is still a large amount of intra-EU28 trade, though Europe is a net consumer of wild mushrooms.

The reduction of trade balance have to be considered positively, since Chinese welfare enhancement might raise the production costs and domestic demand, hence cause the EU internal production to be competitive even for industrial purposes. Lastly, Italian market is clearly suffering from more competitive importers that have higher purchasing power hence they stimulate the supplying countries to change partners. Italy lost nearly the 20% of the import value between 2010 and 2012 (Fig. 20).

4.5 A global snap perspective

The trade analysis of NWFP may show different trade profile according to what is considered a forest product or an agricultural product. The trade data do not make distinctions between wild and cultivate origin of the NWFP, hence only few commodity groups are explicitly referred to wild collected NWFP.

Among the commodity groups we analysed, all contain a part produced on agriculture land, and some commodity groups could be considered entirely sourced by farmers. Moreover, the commodities can be supplied in the international trade as raw or processed products, though there is no a clear-cut edge between the two concepts; for simplicity in this paper we considered as raw commodities all fresh, frozen and dried products, while preserved, prepared, shelled (only for nuts), cut and shaped products were studied as processed. The approach has been undertaken according to the information collected among the Italian industries. Focusing on the commodities that contain raw and partially wild harvested products, the global trade generated a value of 10.76 Billion US\$ in 2011, in which EU-28 contribute to the 35.4% of the global export and to the 48.1% of the global import (see Tab. 8), while Italy accounted for a 3.7% and 3.5% respectively as export and import global share. Nevertheless, beyond these aggregated figures, Europe

and Italy hold some monopolistic role as most important trades for certain commodities. The highest share were recorded on cork and cork products and fresh and frozen truffles; all commodities on which the export share of EU-28 exceed the 80% of world trade. Also NWFP have a share near the half of the total value exchange for the specific commodities, nonetheless the trade balance of EU-28 would need to increase the 36% of the export value, in order to reach the equity. Only cork products turn the EU-28 trade balance positive, while almost all the other commodities reported negative values that indicated the lack of internal supply. Italy is a global leader on few commodities: preserved mushrooms and quebracho tannins as importer, and chestnuts and truffle as exporter, these last two mainly sourced by Italian forests. The national trade balance, for raw and partial wild harvested products, is positive thanks to the high added value generated on the previous commodities and foliage. The import regards all the forest products collected in the past in the Italian forests, but now mainly become a recreational activity; an example can be given by wild mushrooms, which were an important commercialised commodity in the past, while now they are mainly connected with the recreational service of picking the products in the forest. As it occurred in many western countries, Italy sought new international suppliers to insert in the market cheaper commodities with similar qualitative standards. Regardless the supplier position and origin of the raw material, the traders involved in the supply chains have been stimulated to substitute the national production with cheaper commodities.

So far, the welfare enhancement of several eastern European countries and China, the raw material started to be more expensive for the global traders that started to obtain lower economic margins.

5. Conclusions

The international trade might be seen both in positive and negative terms for the Italian forest sector. On one hand it allowed to maintain within the national boundaries competences and firms specialized on processing and marketing, while on the other hand it moves the production of many commodities on cheap labour countries. The same happened for many European countries, though the enlargement of European Union on the east improved the overall NWFP trade balance of the present EU28. The movement of labour intensive production to the East and Far East is a well known issue on macro-economic terms; nevertheless the present work highlighted some peculiarities of the EU and Italian forests, like cork, chestnuts and truffles that are core products sourced from the European and Italian forests and still able to compete in the international market. The high dependence on international trade for NWFP should make the European and its Member States's policy makers rethinking the role of forests. Forests provide not only wood and wood products, and the value of raw NWFP may worth approximately 40% of the wood and biomass value (estimated at 26.8 B US\$). The EU-28, and even more Italy, invested quite strong effort

on the introduction of quality standards and new rules in order to create new barriers on import. Nevertheless, the high demand of NWFP stimulated the global trade to enhance the production quality. The implicit effort of European food and environmental standards has already been translated into a higher quality of the imported commodities, and an increment of global prices. While it is unrealistic to cover the demand for all the NWFP from European forests in the short run, more attention should be given to the enhancement of the standards and overall quality of the internal supply, in order to differentiate the market and to cover the high quality segments (i.e. higher prices). This target can be reached with an increase in innovation in production techniques, in marketing and in general with more advanced entrepreneurship by NWFP internal producers and processors. Italy have shown a positive trade balance on the NWFP trade that might be seen as a key message for the Italian forest sector. Despite the limited outputs, trade analysis allows to provide a tendency on the use of certain commodities at global scale as well to understand biological effects on the production due to pests or large scale damages or the effects of policy acts on the production and commercialization of certain commodities like chestnuts. The future of Italian forests looks promising looking at the importance of NWFP with regard the traditional timber and wood production; nonetheless there would need large investments on new silviculture techniques and land management tools in order to enhance production of NWFP and coordination of the stakeholder involved in the supply chains, starting from the weaker one: the forest owners. The implementation of a clear property right system would allow the internalization of the revenues that consequently stimulate the forest owners to

invest on NWFP provision. There are few cases in Italy where the NWFP are considered primary forest outputs, but the recent studies show that the trend on this perspective is more than comfortable, though the policy makers almost forget the NWFP existence on the forest sector. NWFP user awareness, the coordination of the forest owners and the formation of new skilled technicians are three key factors that might trigger the economic role of the NWFP in the near future. The adoption of a new NWFP classification taxonomy and the provision of regional and national statistics could help the economic actors to invest on NWFP. Despite the distinction between cultivated and wild harvested origins for the same product is not relevant for the agencies that collect and publish trade statistics on international commodities, they are fundamental for the policy makers for structuring new policy tools. Detailed trade data are required to study complex commodity groups (i.e. tannins, mushroom, berries, nuts, etc.). For instance, the use of databases with higher commodity code specification (i.e. HS8 and HS10) will help to trace global trade at the species level, which would then lead to more detailed overview frequently asked by the main player of the sectors. Would the public authorities be willing to hear the needs of the local economic actors? Hard to say, but needed to be answered.

Acknowledgements

This paper is based on the results of deliverable D3.1 developed within Star-Tree project <http://star-tree.eu/> financed by the EC 7thFP.

Table 1. NWFP list, the classification adopted in the paper, and respective HS codes.

<i>Ecological position</i>	<i>NWFP category</i>	<i>NWFP types</i>	<i>HS Codes</i>
Products of the stem, leaves or tree reproductive system	Full tree-based or stem-based products (tree is cut)	Christmas tree	0604.90*
		Fibre	4601.91;4601.29;4601.94;4601.99; 4602.19
		Bio-refining	3826.00
		Tar	3803.00; 3807.00
		<i>Tannins</i>	3201.10; 3201.20; 320130; 3201.90
		Sorbitol and mannitol	2905.43; 2905.44; 3824.60
	Leaf based products (branches are removed from the tree, only re-sprouting trees remain alive)	Essential oils	3301.29*; 3301.90*
		Phytochemical	2939.90*; 2939.99*
		Pigments	3204.17*
		Foliage	0604.20*;0604.90*; 0604.91; 0604.99*
	Extracted from tree (tree is kept alive)	Sap	1302.19*
		Natural gums and resins	1302.39; 1301.20; 1301.90; 3806.30
		Exudates	3301.30; 3805.10; 3805.20; 3805.90; 3806.10; 3806.20; 3806.90
	Bark and cork (tree is kept alive)	<i>Bark products</i>	4501.10; 4501.90; 4502.00; 4503.10; 4503.90; 4504.10; 4504.90
	Fruits & flowers (tree is kept alive)	Tree flowers	1211.90*;
		Fruits	0810.90; 2001.90*; 2007.10; 2007.99
		<i>Edible nuts</i>	0802.11; 0802.12; 0802.21; 0802.22; 0802.31; 0802.32; 0802.41; 080240; 0802.42; 080250; 0802.51; 0802.52; 0802.90; 2001.90*; 2007.10; 2007.99; 2008.19;
	Tree dependent product	Flower and bug substances collect by animals	Honey and Bee Products	0409.00*; 1521.90
Wild fungi		Wild mushrooms	0709.51; 0709.59*; 0711.51; 0711.59*; 0712.30; 0712.31; 0712.32; 0712.33; 0712.39; 2003.10; 2003.90;
		<i>Truffle</i>	0709.52; 0711.59*; 2003.20; 2003.90
Forest understory and grassland products	Berries	Berries	0409.00*; 0810.10; 0810.20; 0810.30; 0810.40; 0810.90; 0811.10; 0811.20; 0811.90; 0812.90; 0813.40; 0813.50; 2001.90*; 2007.10; 2007.99; 2008.80; 2008.93; 2008.97 2008.99; 2009.81; 2009.89; 2009.90
	Forest plants	Live tree/plants	0409.00*; 0602.10; 0602.20; 0602.90;
		Medicinal and aromatic plants	0409.00*; 0909.50; 0909.61; 0909.62; 0910.20; 0910.40; 0910.99; 1211.90*; 1302.19*; 3204.17*; 3301.29*; 3301.90*; 2939.90*; 2939.99*
		Mosses & lichens	0604.10; 0604.20*; 0604.90*

Note: *in italic* the NWFP types selected for the trade analysis in which Italy has a core role in the international trade; the Harmonized System (HS) codes are not referred to a single period of validity but to all the available data in COMTRADE database, that means we reported also commodity codes not considered in the last HS revision (HS2012); the first four digits of the code refer to the heading of the commodity group, and the last two state the specific subheading referred to the specific commodity group. *= code repetition in two NWFP types.

Table 2. Data availability for the selected NWFP types.

NWFP type	Category	Commodity group	HS Code	Period of validity				
				1992-1995	1996-2001	2002-2006	2007-2011	2012-2017
Tannins	Tannins	Quebracho tanning extract	320110	x	x	x	x	x
		Wattle tanning extract	320120	x	x	x	x	x
		Oak or chestnut tanning extract	320130	x				
		Vegetable tanning extracts	320190	x	x	x	x	x
		Tanning or dyeing extracts	320300					x
Foliage	Foliage, branches and other parts of plants	Mosses & lichens	060410	x	x	x	x	
		Fresh (mosses & lichens included)	060420					x
		Other (generally dry) (mosses & lichens included)	060490					x
		Fresh	060491	x	x	x	x	
		Other (generally dry)	060499	x	x	x	x	
Bark products	Cork and cork products	Cork as harvested	450110	x	x	x	x	x
		Cork in pieces	450190	x	x	x	x	x
		Cork squared	450200	x	x	x	x	x
		Cork stoppers	450310	x	x	x	x	x
		Cork articles	450390	x	x	x	x	x
		Cork agglomerates	450410	x	x	x	x	x
		Cork agglomerates products	450490	x	x	x	x	x
Edible nuts	Hazelnuts and filberts	In shell	080221	x	x	x	x	x
		Shelled	080222	x	x	x	x	x
	Walnuts	In shell	080231	x	x	x	x	x
		Shelled	080232	x	x	x	x	x
	Chestnuts	Unsorted	080240	x	x	x	x	
		In shell	080241					x
		Shelled	080242					x
	Pistachio	Unsorted	080250	x	x	x	x	
		In shell	080251					x
	Other nuts	Unsorted	080290	x	x	x	x	x
Wild mushrooms and truffles	Fresh or chilled	Mushroom of genus Agaricus	070951	x	x	x	x	x
		Truffles	070952	x	x	x		
		Other mushrooms both wild & cultivated (and truffle from 2007)	070959				x	x
	Provisionally preserved	Mushroom of genus Agaricus	071151				x	x
		Other mushrooms	071159				x	x
	Dried	Mushrooms	071230	x	x			
		Mushrooms of genus Agaricus	071231				x	x
		Mushrooms of genus Auricularia	071232				x	x
		Mushrooms of genus Tremella	071233				x	x
		Mushrooms of other species	071239				x	x
	Prepared or preserved	Mushroom of genus Agaricus	200310	x	x	x	x	x
		Truffles	200320	x	x	x	x	
		Other mushrooms both wild & cultivated (and truffles from 2012)	200390				x	x
Berries	Fresh Berries	Strawberries	081010	x	x	x	x	x
		Rasperry,blackberry,mulberry and loganberry	081020	x	x	x	x	x
		Black, white or red currants and gooseberries	081030	x	x	x		x
		Cranberries, bilberries, similar fruits	081040	x	x	x	x	x
		Other fruits	081090	x	x	x	x	x
		Strawberries, (uncooked steamed or boiled)	081110	x	x	x	x	x
		Raspberries, mulberries, etc. (uncooked, steam, boil)	081120	x	x	x	x	x
		Fruits and nuts (uncooked,steamed, boiled)	081190	x	x	x	x	x
	Provisionally preserved	Strawberries provisionally preserved	081220	x	x			
		Fruits and nuts, provisionally preserved	081290	x	x	x	x	x
	Dried berries	Fruits	081340	x	x	x	x	x
		Mixtures of edible nuts, dried and preserved fruits	081350	x	x	x	x	x
	Fennel seeds, juniper berries	Entire and crushed	090950	x	x	x	x	
		Not crushed	090961					x
		Crushed	090962					x
	Berry jam	Homogenised jams, jellies, etc.	200710	x	x	x	x	x
		Jams, fruit jellies, purees and pastes, except citrus	200799	x	x	x	x	x
	Berry prepared or preserved	Strawberries	200880	x	x	x	x	x
		Mixtures of edible parts of plants	200892	x	x	x	x	
		Cranberries (<i>Vaccinium macrocarpon</i> , <i>V. oxycoccus</i> , <i>V. vitis-idaea</i>)	200893					x
Mixtures		200897					x	
Other		200899	x	x	x	x	x	
	Single fruit juice (not fermented or in spirit)	200980	x	x	x	x		
	Cranberries (<i>Vaccinium macrocarpon</i> , <i>V. oxycoccus</i> , <i>V. vitis-idaea</i>)	200981					x	
	Other fruits juice	200989					x	
	Mixtures of juices	200990	x	x	x	x	x	

Source: UN COMTRADE (2014) modified and elaborated.

Table 3. Data cleaning approaches.

<i>Approach</i>	<i>Pro</i>	<i>Cons</i>
a) Use the raw data as reported	No data cleaning	Double accounting of quantity and economic value of specific commodities
b) Use an average of the reported data from each source	Fast data cleaning and database preparation	Problems on price estimation and quantity accountability
c) Use import data in preference to export data (the rationale is that many countries are much more strict in regulating imports than exports, and hence records are likely to be better)	Fast data cleaning and database preparation	Quantity underestimation and unreliable reporting of some developing countries
d) Use data from developed economies in preference to data from developing economies, or large economies in preference to small economies (this may be justified on the basis of assumed better reporting practices, or the law of large numbers)	Better comparison with Eurostat and US trade statistic bureau	Problems persist in trade data among developing countries

Note: Adapted from UN-ESCAP (2009) page 34.

Table 4. Top 5 global importers and exporters of quebracho and wattle tannins (economic value).

<i>Exports (million USD)</i>							
<i>2000</i>		<i>2005</i>		<i>2010</i>		<i>2011</i>	
Argentina	49	Argentina	46	Argentina	68	Argentina	69
Brazil	25	South Africa	34	South Africa	50	Brazil	57
South Africa	20	Brazil	31	Brazil	49	South Africa	53
Hong Kong	6	USA	8	USA	5	USA	6
Kenya	3	Zimbabwe	4	Zimbabwe	4	Zimbabwe	5
<i>Imports (million USD)</i>							
<i>2000</i>		<i>2005</i>		<i>2010</i>		<i>2011</i>	
Italy	25	Italy	22	India	28	India	29
Mexico	12	India	18	China	27	Italy	28
India	10	Mexico	16	Italy	23	China	26
China	9	China	12	Mexico	18	Mexico	22
USA	6	USA	6	USA	8	USA	8

Table 5. Top 5 global importer and exporters of cork stoppers (economic value).

<i>Exports (million USD)</i>							
<i>2000</i>		<i>2005</i>		<i>2010</i>		<i>2012</i>	
Portugal	502	Portugal	592.1	Portugal	483.1	Portugal	524.0
Spain	58.6	Spain	79	Spain	81.6	Spain	87.7
France	53.7	France	38	France	33.2	France	27.9
Italy	28.5	Italy	29.3	Italy	29.1	USA	17.5
Germany	16.2	Germany	18.9	USA	13.5	Germany	9.4
<i>Imports (million USD)</i>							
<i>2000</i>		<i>2005</i>		<i>2010</i>		<i>2012</i>	
France	192,7	France	205,3	France	189,5	France	181,3
USA	115,6	USA	146,1	USA	137,4	USA	150,1
Australia	58,8	Spain	73,1	Spain	49,7	Spain	47,0
Spain	55,4	Australia	55,5	Italy	46,3	Italy	44,8
Germany	52,1	Italy	45,1	Chile	30	Portugal	38,0

Table 6. Top 5 global importer and exporters of chestnuts (economic value).

<i>Exports (million USD)</i>							
<i>2000</i>		<i>2005</i>		<i>2010</i>		<i>2011</i>	
China	85,4	China	66,5	Italy	73,2	Italy	79,7
R. of Korea	84,3	Italy	64,1	China	70,1	China	78,4
Italy	40,2	R. of Korea	53,0	R. of Korea	45,4	R. of Korea	48,1
Portugal	13,1	Portugal	11,8	Portugal	22,5	Portugal	25,8
Spain	9,0	Turkey	9,4	Spain	16,6	Spain	20,0
<i>Imports (million USD)</i>							
<i>2000</i>		<i>2005</i>		<i>2010</i>		<i>2011</i>	
Japan	149,6	Japan	72,5	Japan	54,4	Japan	59,0
France	13,8	China	21,9	China	23,1	France	28,6
USA	11,5	USA	16,0	France	21,7	Italy	24,2
Asia, nes	9,8	France	13,9	USA	19,9	Switzerland	19,5
Switzerland	6,8	Switzerland	10,9	Germany	17,8	China	19,1

Table 7. Top global importer and exporters of fresh wild mushrooms (economic value).

<i>Exports (million USD)</i>					
<i>2005</i>		<i>2010</i>		<i>2012</i>	
China	139,1	China	145,1	China	163,7
Netherlands	48,0	Netherlands	77,5	Poland	93,8
Poland	44,5	Poland	75,5	Netherlands	69,4
Romania	25,0	Italy	49,6	Italy	54,4
Russian Fed.	24,3	R. of Korea	44,7	R. of Korea	37,9
<i>Imports (million USD)</i>					
<i>2005</i>		<i>2010</i>		<i>2012</i>	
Japan	152,9	Japan	99,1	Germany	100,1
Germany	75,4	Germany	95,4	Japan	97,8
Italy	61,8	France	83,8	France	90,9
France	51,7	Italy	61,2	Italy	51,9
UK	34,5	UK	58,7	USA	51,1

Table 8. Italian NWF trade: comparison with global and European trade in Million of US\$. Source: Comtrade (2014).

Commodities	Code	Level of processing	Part of wild harvest?	World	From EU28	To EU28	EU28 balance	World-EU28		From IT	To IT	Italian balance	World-Italy		EU28-Italy	
				2011	2011	2011		Exp. %	Imp. %	2011	2011		Exp. %	Imp. %	Exp. %	Imp. %
Honey	040900	Raw	Yes	1906	616	1019	-403	32.34	53.48	33	62	-29	1.74	3.28	5.38	6.13
Mosses	060410	Raw	Yes	58	33	37	-4	55.98	62.61	2	2	0	3.23	2.64	5.77	4.21
Fresh foliage	060491	Raw	Yes	1210	729	887	-157	60.29	73.28	90	29	61	7.42	2.41	12.30	3.28
Dry foliage	060499	Raw	Yes	367	170	231	-61	46.33	63.06	17	18	-1	4.52	4.80	9.75	7.60
Fresh & frozen Agaricus	070951	Raw	No	1302	1102	972	129	84.63	74.68	4	12	-9	0.27	0.92	0.32	1.24
Fresh & frozen truffles	070952	Raw	Yes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fresh & frozen mushrooms	070959	Raw	Yes	785	414	480	-66	52.69	61.12	58	51	7	7.38	6.45	14.01	10.55
Preserved Agaricus	071151	Processed	No	101	32	53	-21	32.07	52.99	0	31	-31	0.13	30.74	0.41	58.01
Preserved mushrooms	071159	Processed	Yes	119	17	85	-68	14.45	71.68	1	46	-45	1.06	38.73	7.33	54.02
Dried mushrooms	071230	Raw	Yes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dried Agaricus	071231	Raw	No	116	41	58	-17	35.52	49.94	4	7	-3	3.65	5.96	10.27	11.93
Dried Auricularia	071232	Raw	Yes	196	4	16	-12	1.95	8.12	1	1	0	0.59	0.35	30.06	4.27
Dried Tremella	071233	Raw	Yes	55	2	2	0	2.30	3.08	0	1	0	0.58	1.41	25.03	45.85
Dried mushrooms	071239	Raw	Yes	1370	71	170	-100	5.17	12.44	15	40	-25	1.12	2.92	21.63	23.46
Almonds	080211	Raw	No	1043	36	55	-19	3.41	5.28	3	8	-5	0.32	0.80	9.37	15.13
Shelled almonds	080212	Processed	No	3369	671	1710	-1038	19.93	50.75	50	181	-131	1.47	5.37	7.38	10.58
Hazelnuts	080221	Raw	No	180	25	41	-17	13.61	23.00	6	17	-11	3.37	9.52	24.76	41.39
Shelled hazelnuts	080222	Processed	No	1782	296	1342	-1046	16.60	75.32	112	332	-219	6.31	18.63	38.04	24.73
Walnuts	080231	Raw	No	987	164	308	-144	16.61	31.23	5	120	-115	0.50	12.14	2.99	38.87
Shelled walnuts	080232	Processed	No	1545	219	678	-459	14.15	43.88	14	49	-34	0.91	3.14	6.44	7.16
Chestnuts	080240	Raw	Yes	299	153	121	31	51.05	40.60	80	24	55	26.65	8.10	52.19	19.96
Pistachios	080250	Raw	No	3013	524	1287	-763	17.38	42.70	16	119	-103	0.54	3.97	3.11	9.29
Fresh strawberries	081010	Raw	No	2579	1604	1533	71	62.18	59.41	63	109	-46	2.43	4.21	3.90	7.08
Fresh raspberry	081020	Raw	No	1173	410	442	-32	34.97	37.70	7	20	-13	0.58	1.70	1.65	4.52
Fresh currants	081030	Raw	No	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fresh cranberries	081040	Raw	Yes	1428	345	488	-143	24.14	34.18	8	20	-12	0.59	1.42	2.43	4.15
Fresh other	081090	Raw	No	2948	713	914	-201	24.19	30.99	21	67	-46	0.73	2.28	3.00	7.37
Frozen strawberries	081110	Raw	No	1090	479	706	-227	43.95	64.73	10	25	-15	0.96	2.30	2.17	3.55
Frozen raspberries	081120	Raw	No	951	416	694	-278	43.72	73.00	4	22	-17	0.44	2.27	1.00	3.11
Frozen fruits and nuts	081190	Raw	Yes	2530	1033	1484	-451	40.82	58.66	60	76	-16	2.35	2.98	5.76	5.09
Prepared Agaricus	200310	Processed	No	1179	572	568	4	48.48	48.17	11	21	-10	0.95	1.80	1.95	3.74
Prepared truffles	200320	Processed	Yes	29	24	17	6	82.02	59.62	14	1	13	49.45	4.47	60.30	7.50
Prepared mushrooms	200390	Processed	Yes	228	84	87	-3	36.77	38.20	9	5	4	4.10	2.38	11.16	6.22
Quebracho tannins	320110	Raw	Yes	85	7	32	-25	8.27	37.07	2	17	-15	2.62	19.73	31.66	53.22
Wattle tannins	320120	Raw	Yes	130	4	24	-19	3.37	18.25	1	11	-10	0.97	8.83	28.73	48.38
Other tannins	320190	Raw	Yes	195	92	57	35	47.05	29.12	26	16	10	13.58	8.42	28.88	28.91
Natural Cork	450110	Raw	Yes	147	140	132	8	94.88	89.67	10	9	0	6.61	6.38	6.97	7.12
Cork in pieces	450190	Processed	Yes	93	79	69	10	84.94	74.10	4	4	0	4.38	3.89	5.16	5.25
Cork squared	450200	Processed	Yes	72	63	42	21	87.82	58.45	1	3	-2	1.12	4.15	1.28	7.09
Cork Stopper	450310	Processed	Yes	743	705	406	299	94.92	54.71	32	53	-21	4.34	7.15	4.58	13.08
Total overview				35403	12086	17247	-5161	34.14	48.72	796	1629	-833	2.25	4.60	6.59	9.45
Total overview (only raw and partially wild sourced products)				10761	3811	5180	-1368	35.42	48.13	403	377	27	3.75	3.50	10.58	7.28

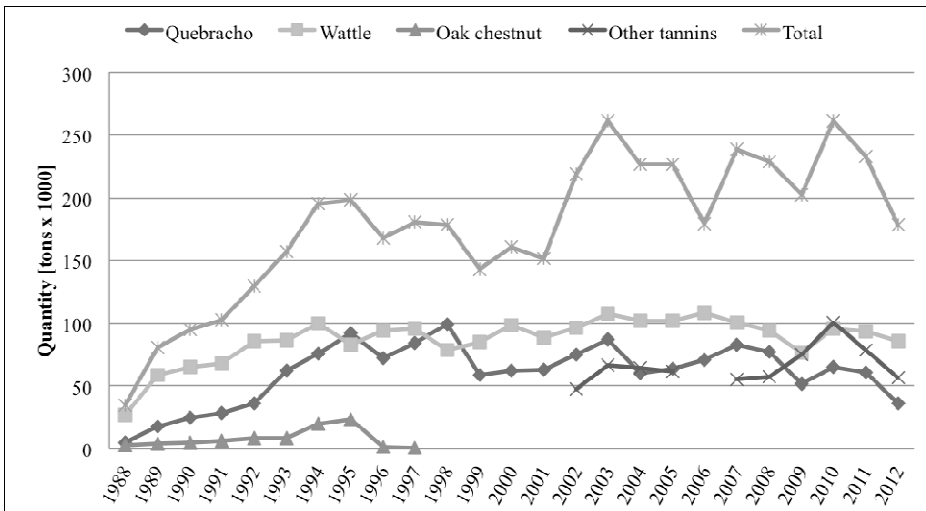


Figure 1. Global tannins trade-by commodity from 1988 to 2012: quantity.

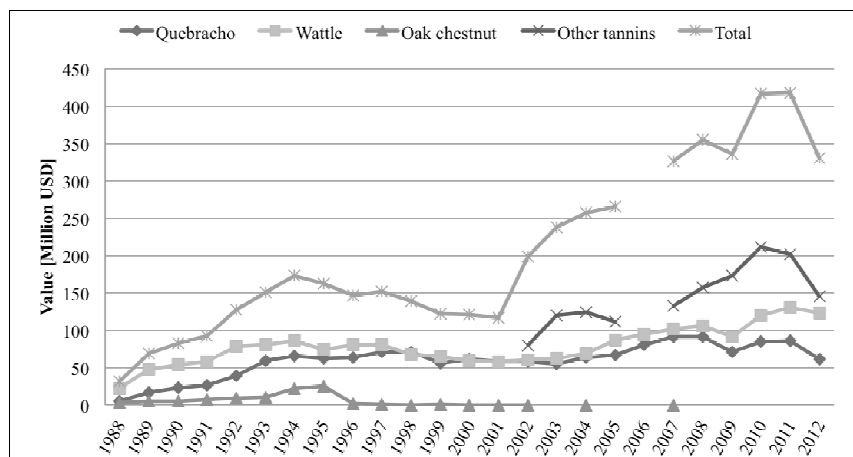


Figure 2. Global tannins trade by commodity from 1988 to 2012: economic value.

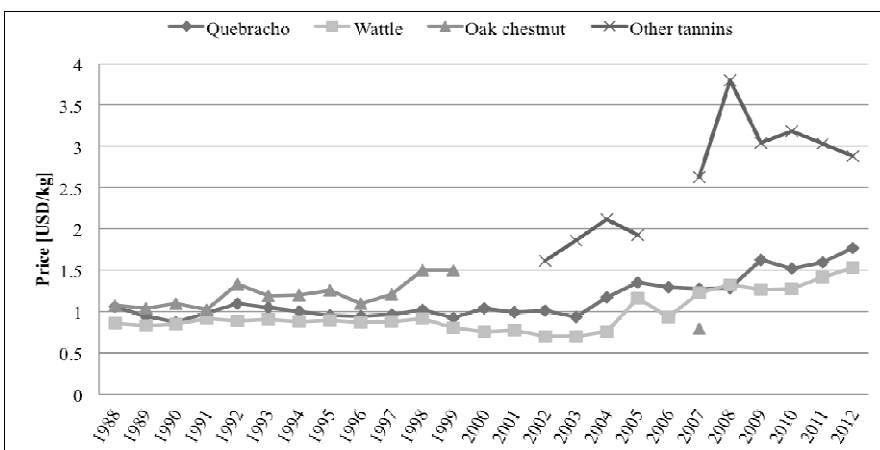


Figure 3. Global tannins trade by commodity from 1988 to 2012: price based on large quantities (> 50 tons).

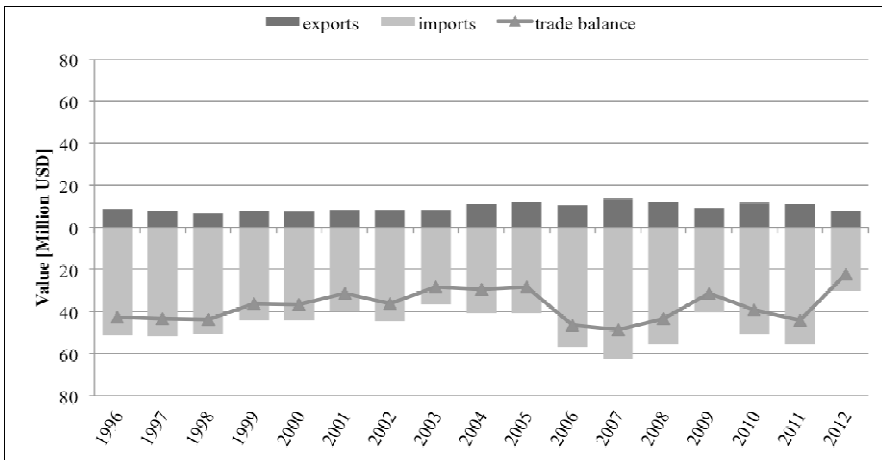


Figure 4. EU28 imports, exports and trade balance for quebracho and wattle tannins in 2011: economic value.

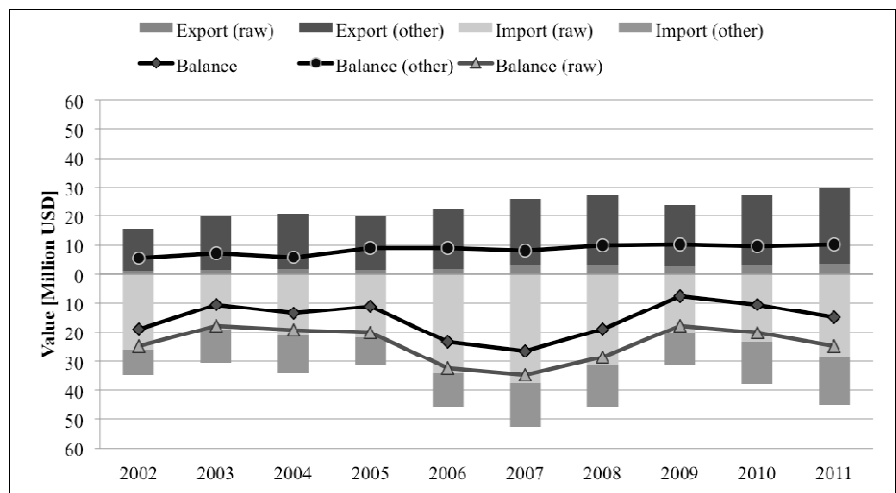


Figure 5. Italian imports, exports and trade balance for quebracho and wattle tannins in 2011: economic value.

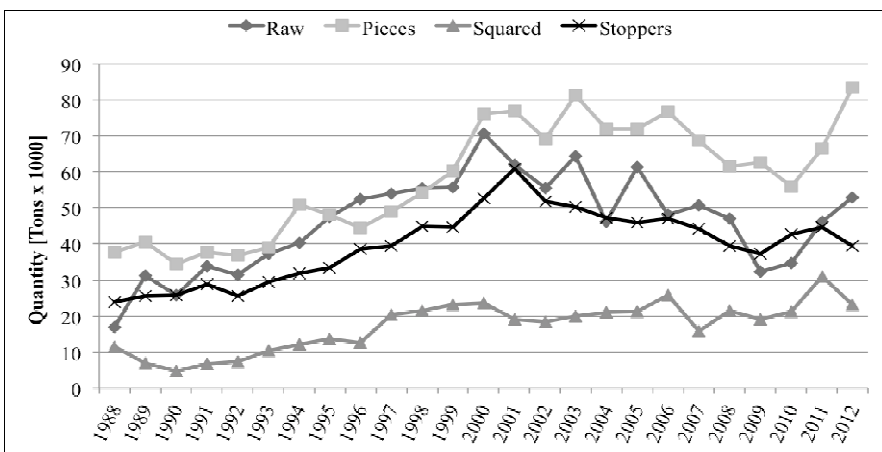


Figure 6. Global cork trade by commodity from 1988 to 2012: quantity.

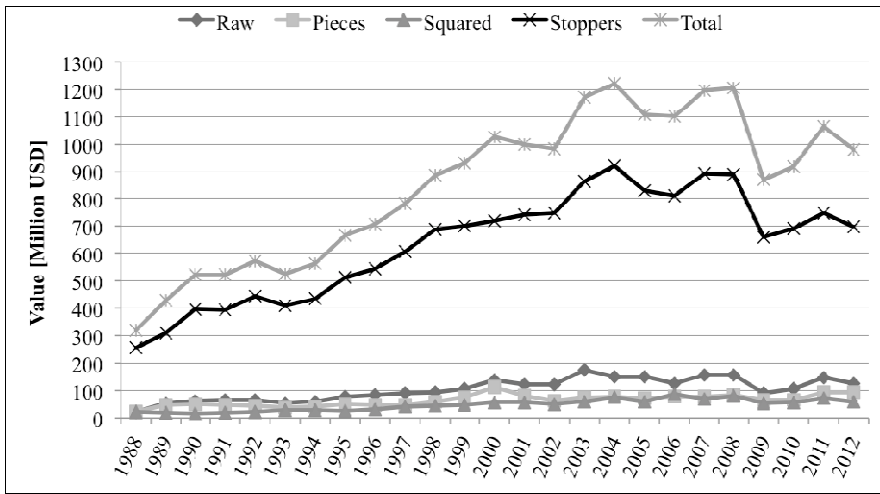


Figure 7. Global cork trade by commodity from 1988 to 2012: economic value.

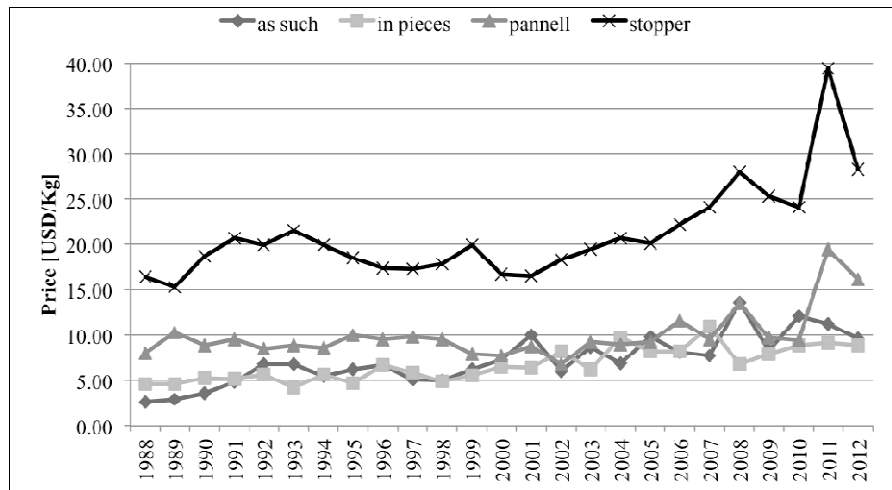


Figure 8. Global cork trade by commodity from 1988 to 2012: price based on large quantities (> 100 tons).

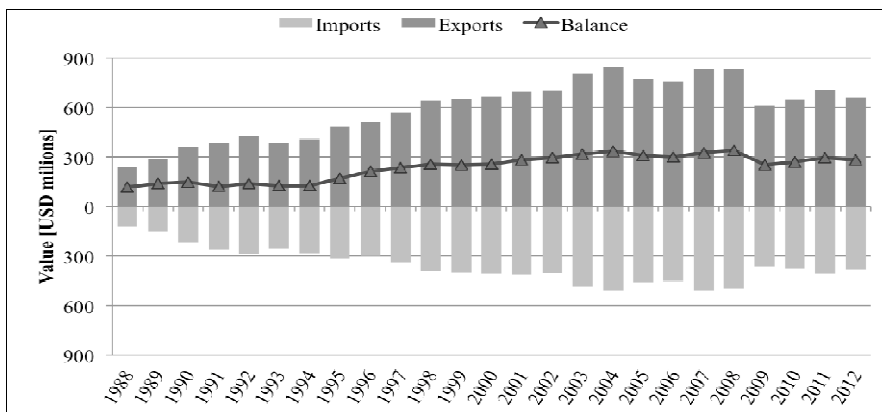


Figure 9. EU28 imports, exports and trade balance for cork stoppers in 2011: economic value.

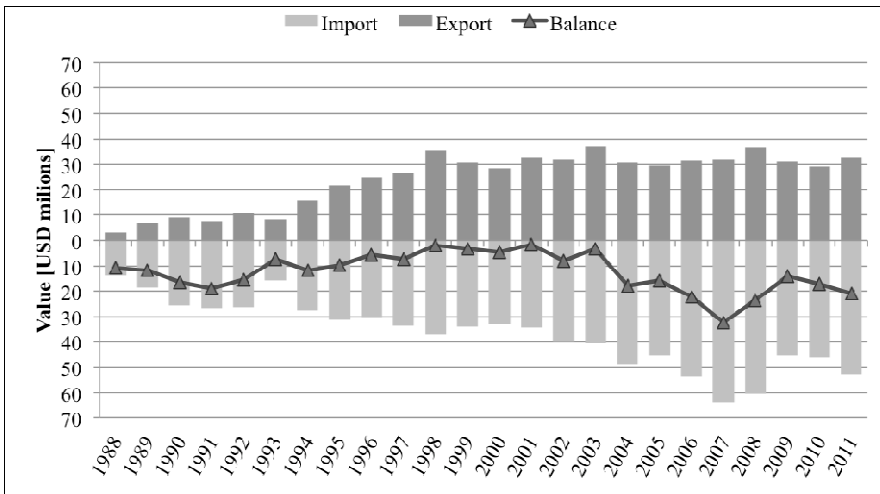


Figure 10. Italian imports, exports and trade balance for cork stoppers in 2011: economic value.

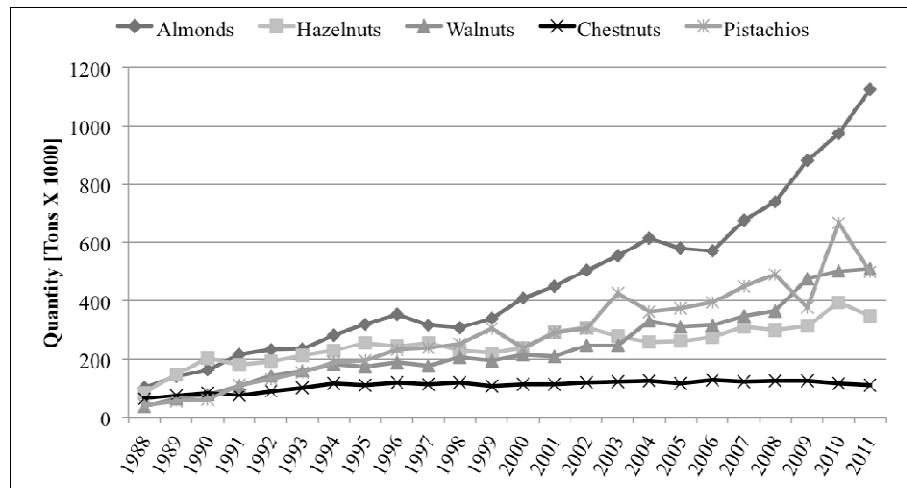


Figure 11. Global nuts trade by commodity from 1988 to 2012: quantity.

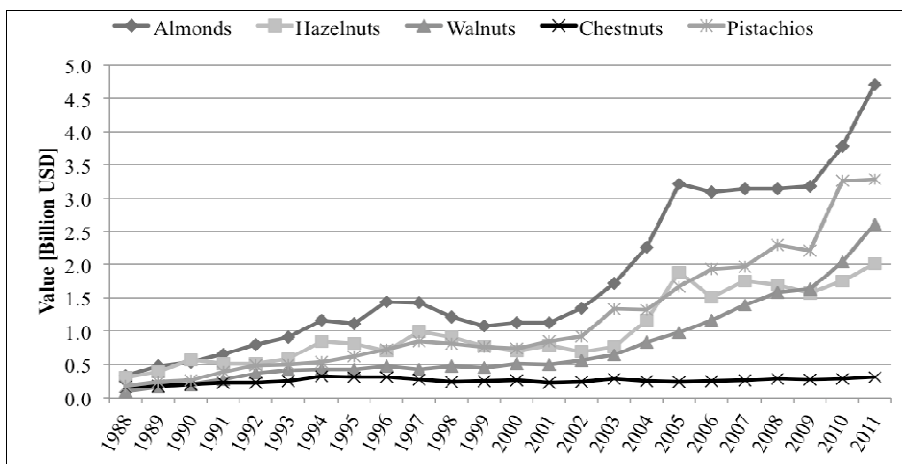


Figure 12. Global nuts trade by commodity from 1988 to 2012: economic value.

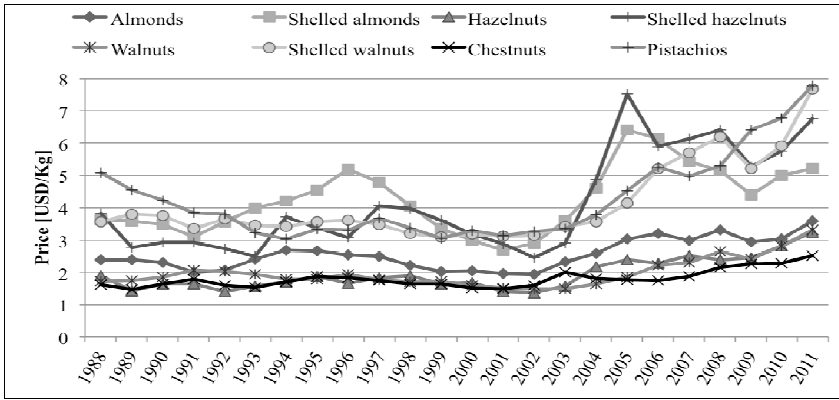


Figure 13. Global nuts trade by commodity trade from 1988 to 2012: price based on large quantities (>100 tons).

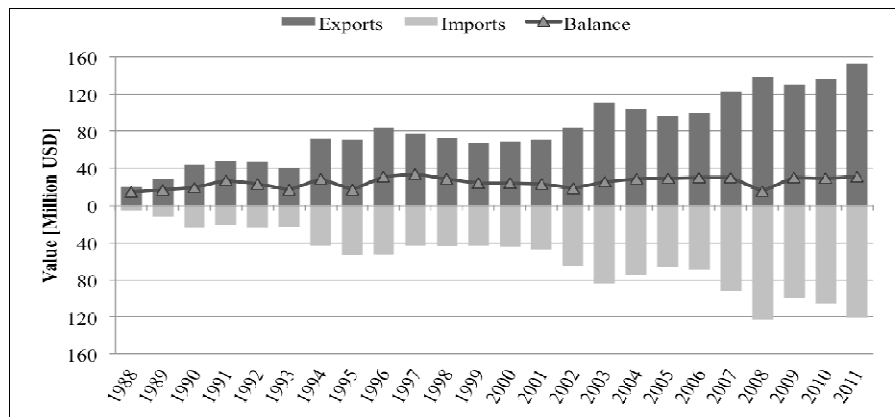


Figure 14. EU28 imports, exports and trade balance for chestnuts in 2011: economic value.

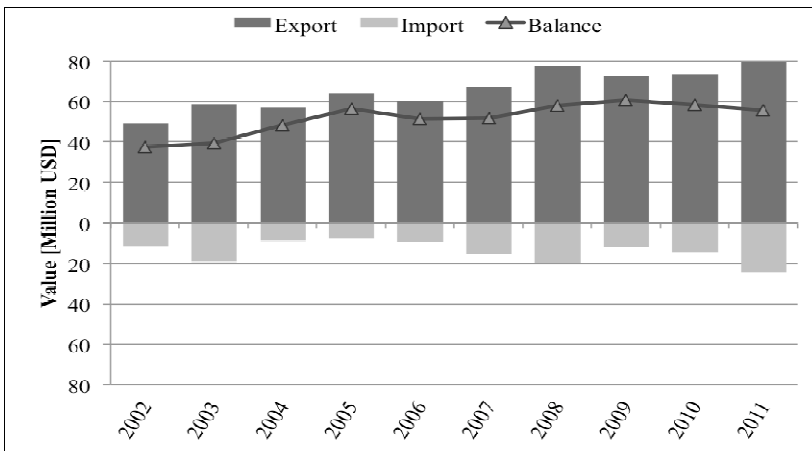


Figure 15. Italian imports, exports and trade balance for chestnuts in 2011: economic value.

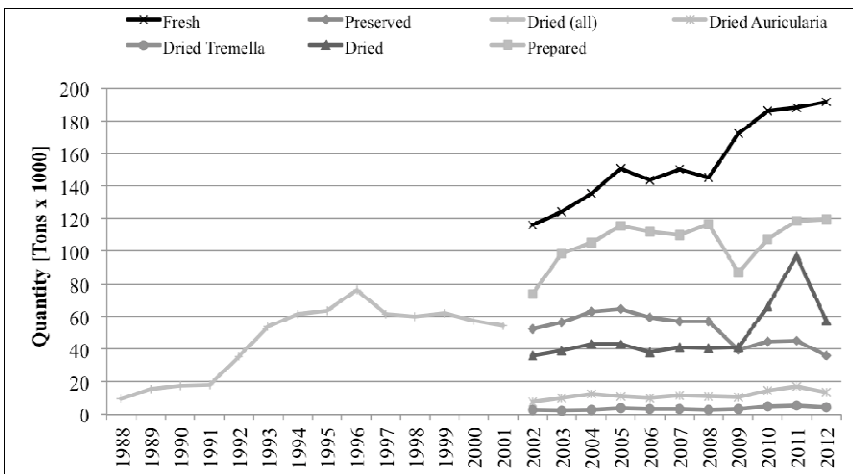


Figure 16. Global wild mushrooms trade by commodity from 1988 to 2012: quantity.

Figure 17. Global wild mushrooms trade by commodity from 1988 to 2012: economic value.

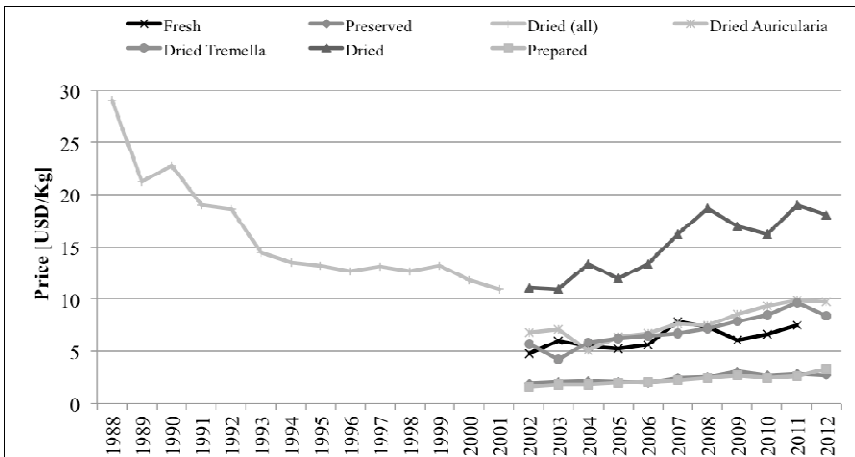
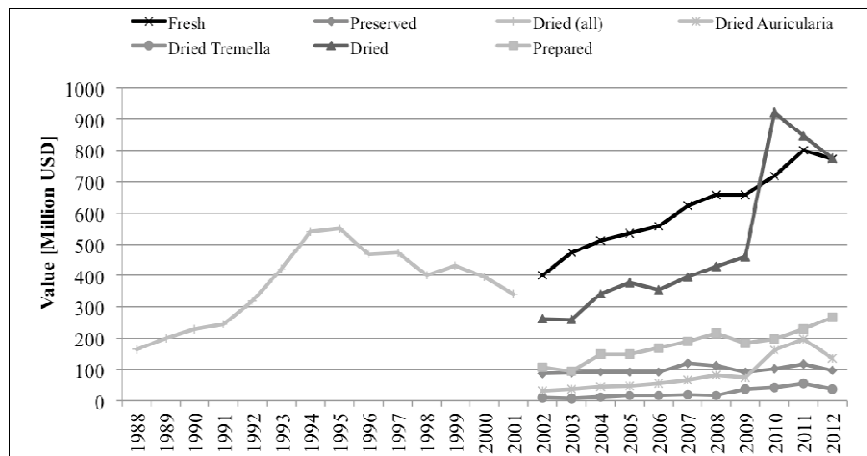


Figure 18. Global wild mushrooms trade by commodity from 1988 to 2012: price based on large quantities (>30 tons).

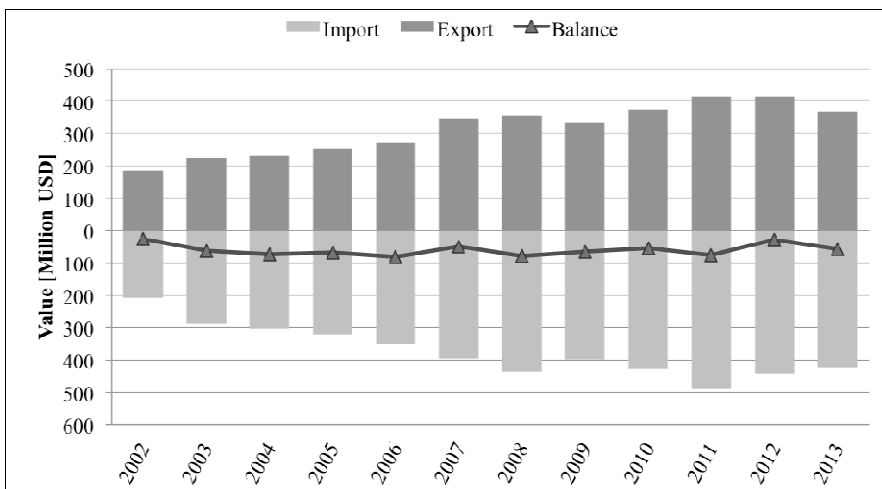


Figure 19. EU28 imports, exports and trade balance for wild mushrooms in 2011: economic value.

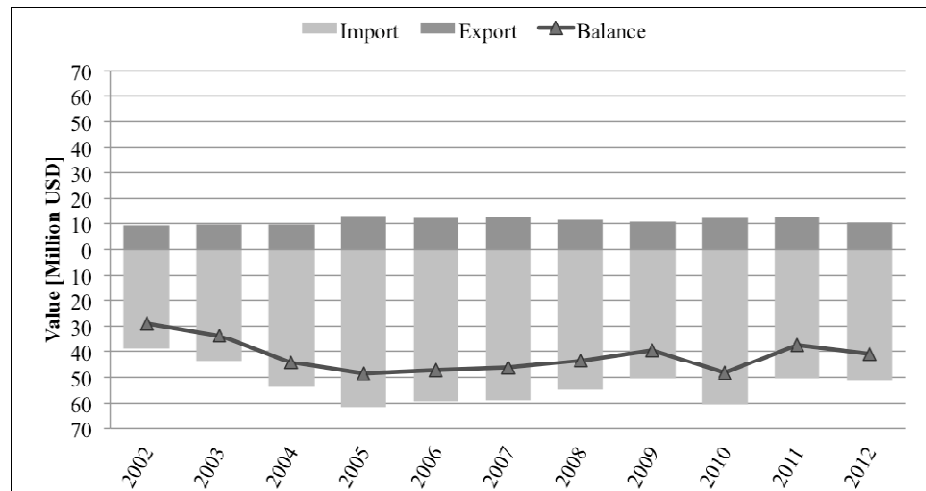


Figure 20. Italian imports, exports and trade balance for wild mushrooms in 2011: economic value.

RIASSUNTO

Mercato internazionale dei PFNL: qualche opportunità per il settore forestale italiano?

Le foreste italiane, tradizionalmente gestite per la produzione legnosa, si trovano oggi ad affrontare una domanda di beni e servizi abitualmente considerati secondari dal gestore forestale. I dati del settore forestale italiano mostrano un ruolo sempre più importante dei prodotti forestali non legnosi (PFNL), considerati materia prima in altri settori come quello alimentare, verde ornamentale o industria chimica. La scarsa attenzione alla produzione dei PFNL, i complessi sistemi legislativi legati ai diritti di raccolta, e l'incremento della domanda di tali prodotti ad uso industriale, hanno spinto le aziende a importare le diverse materie prime da inserire nelle filiere industriali, ottenute in quantità e prezzi più vantaggiosi nel mercato internazionale. Altresì, in Italia, i prodotti forestali non legnosi si sono trasformati localmente in beni funzionali del bosco commercializzati non più come bene di consumo ma bensì come servizio ricreativo attraverso la raccolta diretta in bosco da parte dell'utilizzatore finale. Funghi selvatici, tartufi, bacche, frutta in guscio, resine, sughero, tannini e verde ornamentale, sono i prodotti forestali non legnosi più commercializzati, verso e dall'Italia. L'Italia ricopre un ruolo chiave nell'importazione e successiva lavorazione di alcuni PFNL; l'importazione e lavorazione del tannino da concia o di sughero per la produzione di tappi e pannelli o la lavorazione dei funghi freschi e secchi per il mercato nazionale ed estero sono esempi di prodotti che vedono l'Italia nazione leader nel mercato mondiale. Il lavoro presenta volumi economici e quantità commerciate dei principali PFNL maggiormente importati ed esportati dall'Italia, calcolati attraverso l'uso dei dati di commercio internazionale riportati da COMTRADE.

REFERENCES

- Ahlheim M., Frör O., 2011 – *Drinking and Protecting: A Market Approach to the Preservation of Cork Oak Landscapes*. J. Environ. Policy Plan., 13: 179-196.
<http://dx.doi.org/10.1080/1523908X.2011.576549>
- Beer J. De, McDermott M., 1989 – *The economic value of non-timber forest products in Southeast Asia*. The economic value of non-timber Amsterdam, Netherlands.
- Berthou A., Emlinger C., 2011 – *The Trade Unit Values database*. Int. Econ., 128: 97-117.
[http://dx.doi.org/10.1016/S2110-7017\(13\)60005-0](http://dx.doi.org/10.1016/S2110-7017(13)60005-0)
- Burgener M., Walter S., 2007 – *Trade measure-Tools to promote the sustainable use of NWFP? An assessment of trade related instruments influencing the international trade in non-wood forest products and associated management and livelihood strategies* (No. 6), Non-Wood Forest, Non-Wood Forest Products. Rome, Italy.
- Croitoru L., 2007 – *How much are Mediterranean forests worth?* For. Policy Econ., 9: 536-545.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.forpol.2006.04.001>
- FAO, 1995 – *Report of the International Expert Consultation on Non-Wood Forest Products*. FAO, Rome. Yogyakarta, Indonesia.
- FAO, 1999 – *Non-wood Forest Products and Income Generation*. Unasylva, 198: 1-77.
- FAO, 2000 – *Global Forest Resources Assessment 2000*. Main report. Rome, Italy.
- FAO, 2010a – *Global Forest Resources Assessment 2010*. Main report. Rome, Italy.
- FAO, 2010b – *Global Forest Resource Assessment 2010. Progress towards sustainable forest management*. Food And Agriculture Organization Of The United Nations, Rome, Italy.
- FAO, 2014 – *State of the World's Forests*. Enhancing the socioeconomic benefits from forests, pp. 1-87.

- Forest Europe UNECE and FAO, Europe, 2011 – *State of Europe's Forests 2011. Status and Trends in Sustainable Forest Management in Europe*. FOREST EUROPE, Liaison Unit, Oslo, Norway.
- Iqbal M., 1995 – *Trade restrictions affecting international trade in non-wood forest products*. Non-wood For. Prod. 8: 1-39.
- Mantau U., Wong J.L.G., Curl S., 2007 – *Towards a Taxonomy of Forest Goods and Services*. Small-Scale For., 6: 391-409.
<http://dx.doi.org/10.1007/s11842-007-9033-z>
- Merlo M., Croitoru L., 2005 – *Valuing Mediterranean Forests: Towards Total Economic Value*. CABI International, London, UK.
<http://dx.doi.org/10.1079/9780851999975.0000>
- Shackleton S., Shackleton C., Shanley P., 2011 – *Non-Timber Forest Products in the Global Context*. Berlin, Germany. <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-17983-9>
- UN-ESCAP, 2009 – *Trade Statistics in Policy-making - A handbook of commonly used trade indices and indicators*. United the Nations, New York, USA.
- UNECE-FAO, 2000 – *Forest resources of Europe, CIS, North America, Australia, Japan and New Zealand*. New York & Geneva.
- United Nations - Department of Economic and Social Affairs, S.D., 2006 – *Standard International Trade Classification*.
- Vantomme P., 2003 – *Compiling statistics on Non-Wood Forest Products as policy and decision-making tools at the national level*. Int. For. Rev., 5.
- Zuchegna A., 2005 – *Dati analitici su import ed export di funghi e tartufi*. Alberi e Territorio, 12: 29-3.

ENVIRONMENTAL AND SOCIAL SUSTAINABILITY AND SUPPLY CHAIN EFFICIENCY IN THE PRODUCTION OF BIOMASS ENERGY

Veronica Alampi Sottini¹, Iacopo Bernetti², Maria Cipollaro²
Claudio Fagarazzi², Sandro Sacchelli²

¹UniCeSV, Centre for the Strategic Development of the Wine Sector, University of Florence, Florence, Italy

²GESAAF, Department of Agriculture, Food and Forest Systems Management, University of Florence, Florence, Italy; sandro.sacchelli@unifi.it

The aim of the paper is to present a coordinated framework of the researches conducted by GESAAF - Department of the University of Florence, with a specific regard to the environmental and socio-economic sustainability of supply energy chains and local energy districts. The common feature of the researches is to provide a planning decision support able to considering the geographic variability of ecological, environmental and social characteristics of the territory. Modelling of the analysed system was developed applying operational research based on multi-objective spatial analysis and optimization procedures. Conventional financial indicators and parameters to assess the best logistics of the chain were depicted in the evaluation. In addition, the researches introduced innovative performance indicators, such as the potential positive and/or negative impacts on ecosystem services, the trade-off between the production of residues for energy purposes and other wooded assortments and the analysis of acceptance of biomass plant by local stakeholders and the local community. Moreover, SensorWebEnergy technologies and computing platforms were developed not only to ensure the dissemination of technologies, results and technical and management experiences of supply chains, but also to ensure a constant monitoring of the production activities of the bioenergy chain. In other terms, Decision Support Systems, which are able to auto-calibrate in relation to the evolution of environmental, logistics and managerial parameters of the supply chains, were implemented.

Keywords: wood-energy chain, sustainability, operational research, decision support systems.

Parole chiave: filiera legno-energia, sostenibilità, ricerca operativa, sistemi di supporto alle decisioni.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-va-env>

1. Introduction

Wood biomass was the most important source of energy for thousands of years, until the advent of fossil fuels. A new interest for this kind of renewable energy is emerging in the last decade, in particular due to financial and climatic dynamics (Demirbas *et al.*, 2009).

The characteristics of the European area, particularly those of the Italian territory, suggest that the exploitation of wood-energy sources can attain a high level of importance for bioenergy production in these areas. However, the variability of national rural areas in terms of geomorphology, species composition, infrastructures and socio-economic issues implies that the sustainable development of the forestry energy chain has to consider environmental and socio-economic impacts in a comprehensive way. Thus, the use of flexible tools and Decision Support Systems (DSS) to plan bioenergy chain and to facilitate communication between researchers, policy makers and local stakeholders, is required. One of the main limits for the analysis and management of the chain highlighted in the current forest energy planning is attributable to

the link between definition and practical application of "sustainability". Indeed, as stated in Kharrazi *et al.* (2014), the concept of sustainability often remains elusive and several attempts to construct a framework towards the quantification of sustainability have been made. In addition, even though several attempts for bioenergy chain optimization have been carried out (De Meyer *et al.*, 2014), the implementation of a holistic analysis of impacts in local and global perspective and for current and future processes is a difficult task to define. Moreover, as affirmed by Wright *et al.* (2011), a disparity between the existing model-oriented bio-energy DSS functions and what practitioners desire, exists.

Lastly, it must be not forgotten that the agro-forestry territory is a mixed public/private good with a relevant production of social externalities (landscape, habitat for wildlife, etc.): this involves political and institutional issues aimed at safeguard the production of public utilities.

To overcome these barriers, the implementation of innovative DSS, able to analyse and plan the bio-energy sector with both scientific and practical advances, is needed.

2. Application of operational research and decision support system in wood-energy chain: a case study

Within those premises, the paper aims to describe the main researches carried out by the Department of Agricultural, Food and Forest Systems Management (GESAAF) of the University of Florence to define a comprehensive evaluation of sustainability of forest wood-energy chain and its planning and management optimisation.

To achieve these purposes, different methodologies based on operational researches were applied and DSS implemented to give a practical aid to policy makers and local stakeholders.

The following sections will focus on the application of these methods and techniques to briefly describe: i) woodchip supply quantification, ii) biomass plant acceptance evaluation, iii) scenario analysis, trade-off and optimisation of wood-energy chain and iv) technology transfer application.

2.1 Woodchip supply quantification

Different methods are available in literature for the analysis of biomass potential from forest residues.

As expressed by Seuring and Müller (2008), those researches are still dominated by green/environmental issues. Social aspects and the integration of the three dimensions of sustainability are still rarely considered. In order to cope with these limits a holistic and open-source spatial-based model was implemented.

The model called "Biomassfor" (Sacchelli *et al.*, 2013c) represents a development of the previous researches (Bernetti *et al.*, 2004; Bernetti *et al.*, 2009; Zambelli *et al.*, 2012), being able to compute the availability of biomass related to main assortments and residues for energy production from forest stands. The structure of the model is based on a multistep approach that allows quantifying the ecological, technical, economic and sustainable bioenergy. "Ecological bioenergy" is based on prescribed yield of Forest Management Plans or on increment of different forest typologies. "Technical bioenergy" introduces the evaluation of forest where the extraction of biomass is possible; it takes into account the main characteristics of the forest terrain and morphology, the facilities as well as the typology of machinery applied in the production process.

The "economic bioenergy" is the part of the technical bioenergy that can be collected to supply heating plants or biomass terminals and that is associated to forest stands that have a positive stumpage value.

A quite innovative analysis of the model can be depicted in the so-called "sustainable bioenergy" that represents the amount of woodchip energy obtainable to prevent potential negative impact on Ecosystem Services (ES). This sub-model sets a limit in the extraction of biomass to minimize soil depletion and losses of water quality as well as to maintain biodiversity and fertility of forest stands. An additional computation of the sub-model is the quantification of positive impacts on ES by taking into account the avoided carbon dioxide emission, the

fire risk prevention and the potential tourist valorisation of the forests related to biomass extraction.

2.2 The biomass plant acceptance

Once potential demand and supply of bioenergy is defined, as well as logistics and facilities, it is possible to consider the implementation of biomass plants (for an in-depth analysis of biomass demand quantification see e.g. Nibbi *et al.*, 2012). As often demonstrated in national and international case studies, public opposition, despite potential technical-economic and normative feasibility, could often thwart this kind of structure. This effect is usually called NIMBY (Not In My BackYard) effect.

In literature, a few methodologies are highlighted, which analyse this component of population perception. Among them, the information of population about ex-ante and ex-post characteristics of the intervention by participative processes is the most applied. However, the informative approach is a complex task to achieve due to the need of taking into account several variables in a unique framework and for the time used for the knowledge transfer.

In this sense an additional research aimed at carrying out a technique able to analyse and minimize NIMBY effect in case of planning of biomass facilities was conducted (Sacchelli, 2014).

In the research, an evaluation of complex systems and a maximization of biomass plant acceptance were defined by the application of Fuzzy Cognitive Map (FCM) procedure and nonlinear modelling.

The aim of the study was reached by the application of Social Cognitive Optimisation (SCO) evolutionary algorithm in a theoretical case study that quantified the perception of bioenergy sector's experts on a potential implementation of a Combined Heat and Power (CHP) plant. Preliminary results stressed how optimization procedure permits to define the main variables, steps and characteristics of the bioenergy chain on which to inform the local stakeholders and population through participative processes to minimize NIMBY effect and facilitate communication procedure of the project.

2.3 Analysis of scenario, trade-off and optimisation of wood-energy chain

The development of the above-described models represents a preliminary step for the analysis of woodchip energy chain sustainability. The combination of demand and supply availability has been applied to carried out different typologies of analysis. Some case studies are reported as examples as follows:

- scenario analysis;
- trade-off analysis;
- optimisation of bioenergy chain.

The scenario analysis mainly regards the application of sensitivity analysis of different input variables to define variation of supply and demand of bioenergy. Differences in biomass availability have been computed according to modulation of ecological, technical and economic parameters in several case studies (see e.g. Sacchelli *et al.*, 2013c).

In the research, the scenario assessment framework defines not only the amount of biomass but also the supply/demand ratio and the economic value added for the entire forest chain giving alternatives to decision makers and a more holistic kind of output.

The integration of various sustainability parameters in a unique evaluation may lead to a conflict among socio-economic, environmental, technical and legal aspects. Therefore, in order to decrease these potential divergences and to set decision makers preferences, a trade-off analysis among different scenario is needed. An example of trade-off evaluation was applied by a multicriteria approach able to set the optimal level of biomass extraction at compartment level (Sacchelli *et al.*, 2013a). In this study, through the “distance from ideal point” technique, the modeller may define the best availability of woodchips assigning different weights to maintain diverse forest functions (i.e. the production of timber, the biodiversity and fertility maintenance, the fire risk prevention, etc.). Bioenergy production may also cause potential conflicts among production processes of different assortments. As an example of this, a case study regarded potential alternatives for coppices management in Tuscany (central Italy) was analysed, where the combined production of traditional assortments (firewood) and by-products (woodchips) as well as the exclusive production of woodchips were possible (Sacchelli *et al.*, 2013b). By a sensitivity analysis based on wood products’ prices, the Break Even Prices were calculated.

The Break Even Prices that switched the economic convenience from a particular production process to another one were defined for different forest typologies and geographic localisation. In addition, supply elasticity for firewood and bioenergy was computed. Optimisation of bioenergy systems took into account a partial equilibrium model able to quantify the socio-economic and environmental effects of policy, technology and best biomass allocation scenarios on the forest residue chain (Sacchelli *et al.*, 2014). This GIS (Geographic Information System) based model can consider the financial trends and impacts on three forest compartments: saw-mills, forest enterprises and energy plants. In addition to the above-mentioned parameters, the model computes avoided emissions for bio-heat and bioelectricity production and introduces an impact indicator for the road transport of biomass. Best logistics of bioenergy chain and best allocation of biomass from supply to demand were reached by solving different objective functions in a multi-objective linear programming model.

Lastly, the agro-energy districts planning appears as the crucial step for a correct assessment and management of bioenergy chain also from a normative point of view. In this context, within the project “The planning of the supply chain of agro-energy districts” (PRIN 2007), a methodology for the identification of homogeneous areas for agro-energy demand and supply balance as well as for socio-economic characteristics was set up (Bernetti *et al.*, 2011). In the project, the different parameters representing municipality characteristics were aggregated by a SKATER (Spatial ‘K’luster Ana-

lysis by Tree Edge Removal) approach, a method referred to a spatial constrained clustering. The determination of the bioenergy districts facilitated the identification of areas where rural policy and intervention might be applied.

2.4 Technology transfer

As mentioned in the introduction section, a disparity between the modellisation of bioenergy chain and the real needs of practitioners and policymakers is often shown in literature. Therefore, in the previously cited researches, a particular emphasis was given to the implementation of DSS able to help decision makers in their task. Innovation technologies and technology transfer were then considered as crucial objectives to attain in the studies. To achieve these goals, the models were applied in different real case studies to develop Energy Plans at municipality level for the demand/supply quantification. Additional application regarded scenario analysis and optimisation of bioenergy chain for different localisation of both public and private forest owners (see e.g. Fagarazzi *et al.*, 2014a). It is worth noting that the supply evaluation model was preliminary implemented through the collaboration with different research partners and a with graphical interface able to facilitate communication among researchers and stake-holders. This interface is available as plug in for the open-source software QuantumGIS and GRASS GIS with the evaluation of additional renewable resources availability (wind, photovoltaic and hydroelectric energy) (Svadlenak-Gomez *et al.*, 2013; Garegnani *et al.*, 2015).

2.5 The energy-chain monitoring and the Sensor Web Energy technology

The recent achievements of open-source technologies, based on open platform, have offered a good opportunity for low-cost monitoring of bio-energy chains. The biomass-energy chain is currently an economic sector with low value added, in which the collection of data and information may be implemented only at low cost.

On the other hand, the constant monitoring of chains (flux of products, efficient use of fuels, etc.), is a major support for the validation of the DSS models previously described. Real-time monitoring of energy chains actually provides a way to test the effects of the DSSs and their subsequent self-calibration. Monitoring is thus a major tool of ensuring the economic and environmental sustainability of DSS and models. Within bio-energy chains some criticalities have been identified that might jeopardize the development of the sector:

- need to make energy production processes transparent to meet citizens’ requirements in terms of environmental safety;
- need to ensure the highest use efficiency of wood biomasses, e.g. the maximum energy conversion efficiency;
- need to ensure the local origin of biomasses, so as to minimise the environmental impact due to transportation and maximise their efficiency in terms of economic growth of the area in which the plant is installed, and maintenance as well as management of the local area involved;

- need to facilitate the job of energy plant managers (district heating, cogenerators, etc.) To meet these needs as well as improve the DSS, recent research studies have been targeted towards the implementation of low-cost Sensor Web Energy systems, integrated with web platforms, where data are accessible on a real-time basis. SWE defines the term Sensor Web Energy as “Web accessible sensor networks and archived sensor data that can be discovered and accessed using standard protocols and application programming interfaces” (Botts *et al.*, 2008).

In particular, the sensors are defined from an engineering point of view as devices that convert a physical, chemical, or biological parameter (like temperature, wind speed, solar radiation, moisture, etc.) into an electrical signal (Bermudez *et al.*, 2009).

In our case, data are sent by a GPRS data transmission module to a web platform named iBioNet (Intelligent Bioenergy Network), where data are processed, outputs are modeled and produced for data interpretation. Users may access the platform to check the functioning, efficiency and origin of biomasses, etc. The peculiarity of the SWE network is its “open architecture” that fits any type of plant: thermal, cogenerative, systems with boilers in series or parallel connection, rake-loading and leaf springs or load boxes systems; in short it fits the heterogeneous range of plants existing in different European Countries (Fagarazzi *et al.*, 2014a).

In the case of biomass-energy chains, the remote measurements required concern:

- definition of the origin of the fuels arriving at different plants, of the supplier and of business features;
- assessment of the amount of biomass used in different plants;
- assessment of the amount of energy produced by different plants;
- estimate of plant electrical energy consumption;
- estimate of plant energy efficiency;
- climate data acquisition (to check the correct thermal management);
- security data acquisition (like fire, water in the main compartment, voltage fluctuations, etc.).

On the iBioNet platform the SWE data are however integrated by laboratory data on the chemical quality of fuels and emissions, fine dust (PM 2.5, PM 10, total PM; Ozone, CO and CO₂; NO₂ and solar radiation, etc.) In this way the transparency of the production process is maximised (Fagarazzi *et al.*, 2014b).

3. Discussion and conclusion

The described methodologies and works aim to match and integrate research efforts and technology transfer opportunities, to optimize efficiency and sustainability of the bioenergy sector. The applied approaches will allow the use of operational researches and the implementation of Decision Support Systems for highly differentiated input datasets and a flexible updating. Dynamic spatial-temporal analysis will facilitate computation for different study areas, planning level, typology of bio-energy chain management and temporal horizons.

Future research would apply developed DSS for agricultural bioenergy chain evaluation and for different kind of biofuels. Socio-environmental analysis of biomass production could be conducted by the application of additional approaches such as bio-physical, Life Cycle Assessment (LCA) and Ecological Carbon Footprint (ECF).

The availability of biomass in rural sector will be calculated also for agricultural resources, through farm accounting and computation of indexes related to extraction of pruning residues from permanent crops (vineyard, olive growth, fruit trees, etc.) as well as material from dedicated crops (short rotation forestry). Eventually, affirmed and original quantitative technique could be merged to monetized impacts on ecosystem services by the application of neoclassical economics, market theory and political sciences.

RIASSUNTO

Sostenibilità ambientale e sociale ed efficienza di filiera nella produzione di energia da biomasse

Lo scopo del presente lavoro è quello di presentare un quadro coordinato delle ricerche condotte dal Dipartimento GESAAF dell'Università degli Studi di Firenze, relativamente alla sostenibilità ambientale e sociale e all'efficienza economica delle filiere e dei distretti energetici locali. Caratteristica comune delle ricerche presentate è quella di fornire un supporto decisionale alla pianificazione tenendo conto della variabilità geografica delle caratteristiche ecologiche, ambientali e sociali del territorio tramite approcci di ricerca operativa basati su analisi spaziale multi-obiettivo e procedure di ottimizzazione. Oltre a indicatori di efficienza classici tra i quali indici economico-finanziari e parametri di analisi della miglior logistica, i diversi studi condotti hanno introdotto indicatori di valutazione innovativi, come ad esempio i possibili impatti - positivi e negativi legati alla produzione di biomassa - sui servizi ecosistemici, il trade-off produttivo tra residui a scopo energetico e ulteriori assortimenti legnosi forestali e l'analisi dell'accettazione degli impianti a biomassa da parte degli stakeholders e delle comunità locali. Sono state inoltre sviluppate tecnologie SensorWebEnergy e piattaforme informatiche atte a garantire non solo la divulgazione delle tecnologie, dei risultati e delle esperienze tecnico-gestionali delle filiere, ma anche capaci di fornire un costante monitoraggio delle attività produttive della filiera bioenergetica.

In altri termini sono stati implementati Sistemi di Supporto alle Decisioni (SSD) in grado di autocalibrarsi in relazione all'evoluzione dei parametri ambientali, logistici e gestionali delle filiere.

BIBLIOGRAPHY

Bermudez L., Delory E., O'Reilly T., del Rio Fernandez J., 2009 – *Ocean Observing Systems Demystified*. In: Proceedings of OCEANS 2009, *Marine Technology for Our Future: Global and Local Challenges*, Biloxi, MS,

- USA, October 2009; IEEE: New York, NY, USA, 2009; pp. 1-7.
- Bernetti I., Fagarazzi C., Fratini R., 2004 – *A methodology to analyse the potential development of biomass-energy sector: an application in Tuscany*. Forest Policy and Economics, 6: 415-432.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.forpol.2004.03.018>
- Bernetti I., Fagarazzi C., Sacchelli S., Ciampi C., 2009 – *I comparti forestale e di prima trasformazione del legno*. In: Mazzei T., Nocentini G. (a cura di) - Stima della potenzialità produttiva delle agrienergie in Toscana. ARSIA, pp. 43-70.
- Bernetti I., Ciampi C., Sacchelli S., Marinelli A., 2011 – *La pianificazione di distretti agro-energetici. Un modello di analisi per la regione Toscana*. L'Italia Forestale e Montana, 66 (4): 305-320.
<http://dx.doi.org/10.4129/ifm.2011.4.05>
- Botts M., Percivall G., Reed C., Davidson J., 2008 – *OGC Sensor Web Enablement: Overview and High Level Architecture*. In: Proceedings of GeoSensor Networks, 2nd International Conference, GSN 2006, Boston, MA, USA, October 2006; Nittel S., Labrinidis A., Stefanidis A., Eds.; Lecture Notes In Computer Science; Springer: Berlin, Germany, 2008; Volume 4540, pp. 175-190.
- De Meyer A., Cattrysse D., Rasinmäki J., Van Orshoven J., 2014 – *Methods to optimise the design and management of biomass-for-bioenergy supply chains: a review*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 31: 657-670.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2013.12.036>
- Demirbas M.F., Balat M., Balat H., 2009 – *Potential contribution of biomass to the sustainable energy development*. Energy Conversion and Management, 50: 1746-1760.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.enconman.2009.03.013>
- Fagarazzi C., Tirinnanzi A., Cozzi M., Di Napoli F., Romano S., 2014a – *The forest energy chain in Tuscany: economic feasibility and environmental effects of two types of biomass district heating plant*. Energies, 7 (9): 5899-5921.
<http://dx.doi.org/10.3390/en7095899>
- Fagarazzi C., Tirinnanzi A., Ciniero G., Zaldei A., Matese A., Beghi A., 2014b – *iBioNet: Osservatorio sulle filiere biomassa-energia*. Sherwood Foreste e alberi oggi, 205: 15-18, Compagnia delle Foreste.
- Garegnani G., Geri F., Zambelli P., Grilli G., Sacchelli S., Paletto A., Curetti G., Ciolli M., Vettorato D., 2015 – *A new open source DSS for assessment and planning of renewable energy: r.green*. Geomatics Work book, FOSS4G Europe, Como, 12:39-49
- Kharrazi A., Kraines S., Hoang L., Yarime M., 2014 – *Advancing quantification methods of sustainability: a critical examination energy, exergy, ecological footprint, and ecological information-based approaches*. Ecological Indicators, 37: 81-89.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.10.003>
- Nibbi L., Tirinnanzi A., Sacchelli S., Ciampi C., Fagarazzi C., 2012 – *Planning Future Biomass to Energy Facilities on a GIS Offer/Demand Basis: A Study for Tuscany, Italy*. Proceedings of 20th European Biomass Conference and Exhibition, 14-18, Milan.
- Sacchelli S., De Meo I., Paletto A., 2013a – *Bioenergy production and forest multifunctionality: a trade-off analysis using multiscale GIS model in a case study in Italy*. Applied Energy, 104: 10-20.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2012.11.038>
- Sacchelli S., Fagarazzi C., Bernetti I., 2013b – *Economic evaluation of forest biomass production in central Italy: a scenario assessment based on spatial analysis tool*. Biomass and Bioenergy 53, 1-10.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.biombioe.2012.11.026>
- Sacchelli S., Zambelli P., Zatelli P., Ciolli M., 2013c – *Biomassfor – An open-source holistic model for the assessment of sustainable forest bioenergy*. iForest - Biogeosciences and Forestry, 6: 285-293.
- Sacchelli S., 2014 – *Social acceptance optimization of biomass plants: a Fuzzy Cognitive Map and Evolutionary Algorithm application*. Chemical Engineering Transactions, 37: 181-186.
- Sacchelli S., Bernetti I., De Meo I., Fiori L., Paletto A., Zambelli P., Ciolli M., 2014 – *Matching socio-economic and environmental efficiency of wood-residues energy chain: a partial equilibrium model for a case study in Alpine area*. Journal of Cleaner Production, 66: 431-442.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.11.059>
- Seuring S., Müller M., 2008 – *From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management*. Journal of Cleaner Production, 16 (15): 1699-1710.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2008.04.020>
- Svadlenak-Gomez K., Badura M., Kraxner F., Fuss S., Vettorato D., Walzer C., 2013 – *Valuing Alpine ecosystems: The recharge.green project will help decision-makers to reconcile renewable energy production and biodiversity conservation in the Alps*. Eco.mont, 5: 59-62.
- Wright D., Dey P., Brammer J., Hunt P., 2011 – *Bioenergy Decision Support Systems: worth the effort?* Proceedings of the World Renewable Energy Congress 2011, Linköping, Sweden, pp. 9-16.
<http://dx.doi.org/10.3384/ecp110579>
- Zambelli P., Lora C., Spinelli R., Tattoni C., Vitti A., Zatelli P., Ciolli M., 2012 – *A GIS decision support system for regional forest management to assess biomass availability for renewable energy production*. Environmental Modelling and Software, 38: 203-213.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.envsoft.2012.05.01>

IL TRASFERIMENTO SU SCALA LOCALE DEGLI INDIRIZZI DI POLITICA FORESTALE INTERNAZIONALE. L'ESPERIENZA DEI CASTELLI ROMANI

Francesco Carbone¹

¹Dipartimento per l'Innovazione dei sistemi Biologici, Agroalimentari e Forestale, Università degli Studi della Tuscia, Viterbo; fcarbone@unitus.it

Dall'avvio degli anni '90 si è andato strutturando un sistema istituzionale forestale multilivello con la partecipazione di numerosi soggetti aventi una crescente disponibilità di strumenti di intervento. L'obiettivo su scala globale è quello di contrastare il processo di disboscamento e degrado della superficie forestale e delle foreste. Tra le strategie adottabili vi è anche quella della valorizzazione della produzione legnosa, specie se essa ha dei caratteri intrinseci che la rendono idonea per impieghi nobili. Tale azione può avere un effetto trascinato sull'intero sistema forestale e ambientale locale. Lo studio analizza l'esperienza del comprensorio dei Castelli Romani avviatosi con il preciso intento di promuovere un'innovazione di prodotto rappresentato dalle travi lamellari di castagno, grazie al bando della Regione Lazio nell'ambito del PSR 2007/2014.

Parole chiave: comprensorio Castelli Romani, sviluppo sostenibile, ciclo dell'innovazione, travi lamellari.

Keywords: castelli Romani Area, sustainable development, innovation cycle, laminated beams.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-fc-tra>

1. Introduzione

I principali problemi delle foreste mondiali sono riconducibili al disboscamento ed al degrado delle superfici forestali. Le politiche individuate dal sistema istituzionale globale sono essenzialmente quella dell'introduzione della gestione forestale sostenibile e la valorizzazione della multifunzionalità delle foreste. In entrambi i casi, i principi generali sono adattabili a tutte le foreste, mentre trovano differenti declinazioni sul territorio a seconda del contesto socio-economico. A livello locale la problematica con cui si misurano le istituzioni riguarda, invece la definizione delle strategie per il loro trasferimento.

Le proposte si configurano come opportunità per introdurre innovazioni rispetto alle prassi, consuetudini, usi e tradizioni, agendo comunque in modo che queste, direttamente o meno, concorrano al conseguimento degli obiettivi globali. Nel percorso sono coinvolte le istituzioni di governo del territorio, a cui si chiede di aggiornare i meccanismi di funzionamento ed i ruoli; i soggetti economici (aziende, imprese, collettività) che sono chiamati a migliorare il loro *modus operandi*; i processi produttivi e i prodotti, che devono rispondere a standard coerenti con quelli dello sviluppo sostenibile.

La pubblicazione del *Millennium Ecosystem Assessment* (AA.VV., 2005) ha incluso gli ecosistemi forestali come espressione del più ampio capitale naturale le cui produzioni svolgono funzioni di supporto, sostentamento, protezione e miglioramento della qualità della vita degli esseri viventi. Sono i cosiddetti servizi ecosistemici, tra i quali è ricompresa anche la produzione legnosa per la sua capacità di erogare servizi materiali ed

immateriali sia durante l'accrescimento che successivamente alla sua trasformazione in prodotto. In questa prospettiva debbono essere sostenute ed incentivate quelle innovazioni che consentono di favorire la gestione sostenibile delle foreste, l'uso più efficiente delle risorse naturali e dei loro prodotti, la valorizzazione del tessuto sociale e del quadro ambientale. Allorché i caratteri della produzione lo consentono, come nel caso del legno di castagno, gli aspetti citati possono costituire il valore aggiunto al sistema economico locale, a beneficio degli operatori del settore e del territorio. La valorizzazione della dimensione economica può quindi essere trainante per lo sviluppo sostenibile dell'intero sistema socio-economico ambientale locale.

Questo è l'obiettivo del Comprensorio dei Castelli Romani.

Il percorso reso possibile grazie ai fondi del Piano di Sviluppo Rurale 2007/2013 della Regione Lazio, è finalizzato a verificare la fattibilità della produzione di travi lamellari mediante l'impiego di legno di castagno.

Il caso studio intende approfondire come questa innovazione di prodotto consente di conseguire il trasferimento degli indirizzi di politica forestale a livello locale.

2. Il comprensorio dei Castelli Romani

Il comprensorio dei Castelli romani si colloca a sud-ovest della Città metropolitana di Roma, poco oltre il Grande Raccordo Anulare. Il suo *core* è ricompreso tra l'Autostrada Roma-Napoli (A2), la S.S. Appia (S.S. 7) e la S.P. Ariana (ex S.S. 600) (Fig. 1).

Il territorio presenta una forte urbanizzazione diffusa, con una significativa sovrapposizione di enti territoriali

quali i Comuni, la Comunità Montana dei Castelli Romani e Prenestini nonché il Parco Regionale dei Castelli Romani. Caratteri ambientali qualificanti dell'area sono il Lago di Nemi ed il lago di Albano. Quest'ultimo insieme al Maschio dell'Artemisio ed al Cerquone-Doganella, sono siti inclusi nella Rete Natura 2000. L'area è in gran parte investita a boschi a prevalenza di castagno, governato a ceduo.

La loro capacità produttiva è piuttosto elevata: tra 9 e 20 metri cubi/ettaro di accrescimento annuo¹, significativamente superiore ai valori medi nazionali (CFS, 2005). I turni raramente coincidono con quelli minimi indicati dal Regolamento Regionale. Nelle aziende più lungimiranti sono compresi tra i 20 e 30 anni, con produzioni a fine turno comprese tra i 220 e 300 metri cubi/ettaro. Tali valori giustificano ampiamente l'esistenza di una filiera foresta-legno che al 1990 contava ben 40 unità di lavorazione (Ribaud, 1995), oggi scese a 33, gran parte delle quali sono ubicate nel comune di Lariano lungo la S.P. Ariana (ex S.S. 600).

Rilevanti sono i prezzi di macchiatico dei soprassuoli al taglio. Nel decennio 2000-2010 il *range* è stato compreso tra 5.000 e 30.000 €/ettaro, mentre dopo il 2010 non si è andati oltre i 15.000 €/ettaro. Per unità di volume questi oscillano tra 40 ed i 100 €/mc, stabilmente sotto i 40 €/mc dopo il 2010 (Fig. 2).

Interessanti sono i risultati delle aste.

Nei primi anni del decennio hanno raggiunto rialzi del 100%, ma più comunemente sono stati entro il 50%, mentre dopo il 2010 i soprassuoli sono stati venduti al minimo ribasso.

L'attuale estensione dei castagneti è il risultato conseguito da scelte adottate a partire dal XVI secolo, che condussero alla sostituzione dell'originario bosco misto, con i castagneti a supporto dell'esigenze dell'agricoltura e della domanda di legname da opera per lo sviluppo della città di Roma (Pacini, 2012). Importanti testimonianze del suo impiego sono riportati nello studio della Federlegno/Arredo (AA.VV., 1995), di cui si citano alcuni esempi particolarmente significativi quali:

- il tetto della Biblioteca Vallicella (Roma) di F. Borromini,
- la scala a pioli della Torre dell'Orologio (Roma) di F. Borromini,
- il tetto di Palazzo Chigi ad Ariccia (Roma) di G.L. Bernini (1598-1680) e D. Fontana (1543-1607).

Per contro, oggi, il legname trova impiego soprattutto nel settore privato. La paleria minuta nel settore agricolo, il tavolame per la realizzazione di tetti e coperture, mentre le travi sono impiegate per usi strutturali (capriate e travi) seppure in assenza delle opportune certificazioni che gli precludono l'impiego in lavori pubblici².

¹ Dati rilevati dai Piani di Assestamento e Gestione Forestale delle proprietà dei comuni di Rocca di Papa, Velletri e Montecompatri.

² Questa lacuna è particolarmente grave per gli operatori del Comprensorio. Nei secoli scorsi l'architettura di Roma e dintorni ha fatto largo uso del legname di castagno anche dei Castelli Romani, tuttavia, oggi allorché si procede al recupero

Le formazioni di castagno all'interno dell'Area protetta ammontano a 4.812 ettari (88%) data una superficie forestale di 5.477 ettari ed una estensione complessiva del Parco di 15.014 ettari. A questi si sommano ulteriori 8.639 ettari che insistono all'esterno dal Parco nei Comuni parzialmente interni al Parco, nonché 2.677 ettari nei comuni ad essi limitrofi. Complessivamente il territorio del Comprensorio ospita 16.128 ettari di castagneti (Tab. 1), gran parte dei quali sono governati a ceduo con rilascio di matricine mentre quelli da frutto ricoprono una estensione contenuta, prevalentemente localizzati nella cinta dei comuni limitrofi al Parco.

3. L'innovazione di prodotto

3.1 Il contesto di intervento

Le spinte verso l'innovazione dovute alle politiche forestali hanno trovato nel Comprensorio un fertile terreno per via:

- della congiuntura economica regressiva degli ultimi anni, che ha determinato una contrazione dei mercati locali tradizionali e un aumento delle scorte nei magazzini;
- dell'attacco dal cinipide che sta minacciando l'intero patrimonio castanicolo;
- della revisione dei ruoli di alcune Istituzioni. Si cita il caso dell'Ente Parco dei Castelli Romani, della Comunità montana ed alcune Amministrazioni comunali, che di recente hanno assunto un atteggiamento pro-attivo verso le realtà imprenditoriali della filiera del legno di castagno;
- dell'attivismo dell'associazionismo locale, che si è fatto apprezzare per le forti motivazioni, l'interesse verso il settore, lo spirito di iniziativa, la rete di conoscenze, la snellezza e tempestività di azione, creando varie occasioni di confronto tra gli *stakeholders* locali;
- dell'esistenza di un percorso culturale avviatosi dal 2012 con incontri e seminari su problematiche della castanicoltura da legno;
- della disponibilità del mondo Accademico a supportare il sistema locale assicurando un ruolo *super partes* rispetto alle dinamiche degli *stakeholders* dell'area; fornendo il contributo di vari ricercatori per approfondire problematiche puntuali e mediando nel dialogo tra i vari attori;
- dell'Avviso pubblico del PSR2007/2013 della Regione Lazio della Misura 124 "Cooperazione per lo sviluppo di nuovi prodotti, processi e tecnologie nel settore agricolo, alimentare e forestale" pubblicato all'inizio del 2014.

3.2 L'idea innovativa

Negli ultimi anni le travi lamellari di conifere hanno trovato largo impiego come legname da opera. Il loro vantaggio competitivo è dovuto alla possibilità di certificare CE le produzioni, alla codifica dei relativi

e/o restauro di edifici storici e monumentali trovano spazio prevalentemente le travi lamellari di conifere che sono il prodotto analogo più prossimo obbligatoriamente da preferirsi perché munito delle certificazioni per l'impiego strutturale.

standard prestazionali, alle sezioni regolari e uniformi per l'intera lunghezza della trave, alla possibilità di dimensionare e modellare le travi secondo le esigenze d'impiego, al superamento del vincolo della lunghezza delle travi dato dall'altezza delle piante. Il legname da opera di castagno, in particolare quello per impieghi strutturali quali sono le travi, malgrado abbia prestazioni fisico-meccaniche non inferiori, sconta i seguenti limiti:

- le travi squadrate per l'intera lunghezza possono trovare impiego con standard prestazionali di tipo cautelativo e si caratterizzano per gli elevati scarti di produzione;

- le travi uso fiume, con smussi per oltre 1/3 della lunghezza, prodotti nell'area del Comprensorio non sono certificati per l'impiego strutturale, inoltre presentano sezioni variabili e irregolari, raggiungono lunghezze limitate, sono di più complessa messa in opera;

- le travi lamellari non sono ancora stati sperimentate e certificate.

L'istanza avanzata dagli operatori del Comprensorio è quella di verificare se fosse possibile procedere alla realizzazione di travi lamellari in castagno che siano competitive rispetto alle analoghe di conifere. Si tratta di una produzione nuova sia in ambito nazionale che europeo, fatta eccezione per un primo timido tentativo di qualche anno addietro. Si ritiene, tuttavia, che il livello di conoscenze attuali dei caratteri del legname, di nuove tecnologie e soprattutto la disponibilità di colle più efficaci, consentano di poter raggiungere l'obiettivo. Per tutti coloro che hanno condiviso questo percorso "culturale", l'introduzione di questa innovazione non è stata intesa fine a sé stessa, bensì, è stata inquadrata come un'opportunità che avrebbe dovuto favorire una crescita del sistema produttivo locale, della filiera della castanicoltura da legno e del quadro socio-economico ed ambientale del Comprensorio.

3.3 Il ciclo dell'innovazione

Riprendendo lo schema di sviluppo dell'innovazione (Bisoffi, 2014a, 2014b; AA.VV., 2013) (Tab. 2), questo è stato adattato al caso in studio, articolandolo in quattro fasi:

fase 1 - Preliminare: l'attore principale è stata l'Università che ha sviluppato l'analisi SWOT del sistema castanicolo locale (Tab. 3); ha evidenziando le correlazioni tra gli indirizzi di politica forestale, le esigenze del settore e le opportunità per il territorio; nonché ha svolto una sintesi tra le conoscenze di base del prodotto e quelle esistenti sul piano della ricerca applicata in materia ed utili alla circostanza;

fase 2 - Preparazione: si è proceduto alla condivisione dell'idea mediante convegni, incontri formali ed informali, con il fine di individuare i *partners* interessati. Con questi ultimi sono stati fatti degli incontri ristretti, in cui si è presa visione dell'Avviso pubblico regionale, quindi è stata condivisa la strategia, i ruoli, le modalità di partecipazione, le risorse utili e quelle disponibili, il cronoprogramma dell'attività. L'ultimo *step* è stata la sottoscrizione dell'accordo di costituzione dell'Associazione temporanea di scopo per accedere ai contributi pubblici;

fase 3 - Sviluppo del prototipo³. Questa fase ricomprende varie attività:

- in campo presso le aziende forestali, al fine di definire: a) il modulo colturale più opportuno per conseguire legname idoneo per la produzione delle tavole che concorreranno alla produzione delle travi lamellari; b) valutazione a vista dei fusti destinati a produrre le tavole; c) misurazione del materiale destinato alla produzione delle tavole e calcolo delle rese;

- presso le aziende di 1° trasformazione dove si procede: a) alla segazione dei fusti per la produzione delle tavole grezze; b) all'essiccazione delle tavole per portarle all'umidità di lavorazione; c) alla misurazione delle rese;

- presso l'impresa specializzata nell'assemblaggio e incollaggio delle lamelle, in cui si procede: a) misurare gli standard di sollecitazione delle tavole che andranno a costituire le travi lamellari; b) rifinirle; c) valutare le rese; d) effettuare l'incollaggio e sottoporre a pressatura le tavole per costruire il prototipo; e) misurare gli standard di sollecitazione dei prototipi e degli giunti; f) analisi dei costi di produzione e determinazione del prezzo di costo delle travi lamellari.

fase 4 - Disseminazione dell'innovazione. Si articola in due segmenti:

4a - Cantierizzazione dell'innovazione: ossia fornire agli operatori *input* utili per fare sistema ai fini della produzione delle travi lamellari.

Ciò coinvolge:

- le aziende forestali, che dovranno adottare moduli colturali più complessi ed articolati superando l'attuale modulo semplificato in uso soprattutto dalle proprietà pubbliche. Un passaggio cruciale sarà il recepimento dello stesso nella pianificazione aziendale e la continuità nell'attuazione dello stesso. Si sta valutando l'ipotesi di passare dalla vendita del lotto al taglio alla cessione pluriennale e vincolata della gestione;

- le imprese di utilizzazione affinché adottino organizzazione di cantiere, macchine, strumenti e personale qualificato per assicurare l'esbosco del materiale idoneo per essere impiegato nel ciclo di produzione delle travi lamellari, ivi compresa la qualificazione a vista dei fusti;

- le imprese di 1° trasformazione affinché adottino l'organizzazione, le tecniche e la tecnologia di lavorazione dei fusti adeguata per la produzione delle tavole grezze ed al loro condizionamento fino all'umidità necessaria per procedere alla successiva fase di lavorazione;

- le imprese di produzione delle travi lamellari, per definire il protocollo di produzione.

4b - Introduzione sul mercato dell'innovazione. Questa ultima fase vede soprattutto un lavoro di divulgazione dell'innovazione verso i potenziali acquirenti, mediante workshop, giornate dimostrative, visite di cantiere ed altro;

fase 5 - Monitoraggio. Acquisire informazioni statistiche per verificare l'impatto sul territorio dell'innovazione, sia al fine di adottare eventuali iniziative per migliorare l'efficacia del funzionamento della filiera, sia per migliorare la penetrazione del prodotto nel mercato.

³ Fase in corso di sviluppo al momento della redazione del contributo.

Le ultime due fasi sono estremamente delicate poiché il prodotto deve recuperare margini di mercato e deve consolidare la sua posizione rispetto a prodotti che già oggi possono contare su posizioni di rendita rilevanti sul mercato.

4. Riscontro tra innovazione e indirizzi di politica forestale

L'esperienza scaturisce da un percorso che ha visto il coinvolgimento di istituzioni, aziende, imprese, associazioni, professionisti e semplici cittadini, che di fatto hanno concorso a creare un sistema di *governance* locale informale per la condivisione degli indirizzi per lo sviluppo socio-economico locale, coerentemente con gli auspici dell'Agenda 21. Questo oggi rappresenta un importante patrimonio che sarebbe auspicabile venisse consolidato intorno ad un obiettivo comune quale quello della valorizzazione della qualità del legno e dei prodotti in legno di castagno del Comprensorio.

La produzione delle travi lamellari di castagno è, a rigore, un'innovazione di prodotto, tuttavia, è convinzione comune degli addetti che questa potrebbe avere effetti virtuosi di trascinamento in termini di innovazioni di processo su:

- la gestione dei cedui di castagno: il riferimento va soprattutto ai boschi di proprietà pubblica in cui è frequente l'implementazione di moduli colturali semplificati, favoriti anche dalla vendita dei singoli lotti boschivi che avviene solo quando le imprese di utilizzazione riconoscono evidenti economie di scala.

Di recente è stata rilevata una particolare attenzione alla pianificazione delle aziende, soprattutto quelle pubbliche, prevedendo moduli più articolati. Tale tensione può essere rafforzata dall'esigenza di produrre legname di qualità per il nuovo assortimento e resa meno aleatoria dall'eventuale introduzione dell'affidamento alle imprese della gestione pluriennale dei soprassuoli in conformità alle previsioni delle pianificazioni approvate;

- il sistema locale di trasformazione del legno che volendo produrre determinati assortimenti deve introdurre delle innovazioni al ciclo produttivo per assicurare il raggiungimento di definiti standard prestazionali. Altresì questa innovazione è funzionale al conseguimento di alcuni obiettivi propri della politica forestale e ambientale. Si è detto del positivo effetto sui moduli colturali, che andrebbe a consolidare il livello della sostenibilità della gestione forestale, nonché a rafforzare la valenza multifunzionale delle foreste, concorrendo al conseguimento dei due principali obiettivi di politica forestale (gestione sostenibile e valorizzazione della multifunzionalità delle foreste). È conseguenziale, nonché opportuno, che tale *status* sia sancito dall'acquisizione della certificazione forestale di gruppo. Eventualità questa che genererebbe vantaggi a vari livelli. Le travi lamellari potrebbero contare su un'attestazione di qualità ambientale spendibile sul mercato e riconosciuta a livello internazionale; le aziende evidenzerebbero il percorso virtuoso intrapreso; le istituzioni locali avrebbero accompagnato le imprese verso l'adozione dell'innovazione; ma soprattutto per l'Ente

parco che avrebbe un ritorno di immagine rilevante per aver saputo coniugare tutela ambientale e sviluppo socio-economico del territorio, avendo svolto anche un ruolo propulsore all'introduzione della stessa.

La produzione delle travi lamellari coglie appieno un altro obiettivo di politica ambientale e forestale: l'uso più efficiente delle risorse naturali espresso di recente dall'UE (EU, 2011) e rielaborato nell'ultima strategia forestale sempre dell'UE (CE, 2013). Coerentemente con i caratteri intrinseci del legname, questo deve essere destinato dapprima verso le produzioni più nobili a maggior valore aggiunto e quindi agli altri consumi (Ciccarese *et al.*, 2014). Inoltre, nella misura in cui sostituirà travi lamellari di importazione, questo prodotto avrà quale effetto addizionale le mancate emissioni di anidrite carbonica dovute trasporto⁴.

L'iniziativa del Comprensorio concorre anche al conseguito di altri obiettivi di rilevanza globale, nel caso specifico quelli finalizzati al contrasto dei processi di deforestazione e degrado delle foreste. L'aumento della produzione di legname da opera nel comprensorio, considerato che proviene da boschi storicamente antropizzati, rappresenta il contributo che il Comprensorio può concretamente fornire alla riduzione dell'approvvigionamento dai mercati esteri, che sovente genera:

- utilizzazioni si soprassuoli in foreste primarie;
- perdita di biodiversità di questi ecosistemi;
- rischio di importazione di legname da tagli illegali, nonché, sul piano prettamente economico, concorre a ridurre il disavanzo della bilancia commerciale nazionale con l'estero.

Necessita di una riflessione la dimensione del mercato. La produzione legnosa del Comprensorio non è di entità tale da riuscire a competere quantitativamente con le travi lamellari di conifere nel mercato nazionale o di livello superiore. Potrebbe essere significativamente competitiva sui mercati locali quali quelli della zona dell'Italia centrale, ed in particolare sul mercato di Roma, dove molto probabilmente risulterebbe vincente in gare con l'offerta economicamente più vantaggiosa introducendo criteri di selezione culturali-ambientali.

5. Considerazione finale

Dagli inizi degli anni '90 la politica forestale è profondamente mutata: si è evoluto il sistema istituzionale; è cambiata la modalità di elaborazione della *policy*; sono cambiati gli obiettivi, le strategie, gli strumenti e i ruoli dei soggetti economici. Dinanzi a questi cambiamenti posizioni conservatrici, finalizzate a salvaguardare prassi consolidate e a tutelare rendite di posizione, non appaiono vincenti. Questo è il primo grande passaggio culturale che sta caratterizzando il Comprensorio dei Castelli Romani in cui si inserisce

⁴ Questa osservazione è valida nella misura in cui il legame utilizzato per la produzione delle travi proviene dal comprensorio. Qualora fosse castagno di importazione, l'effetto sarebbe fondamentalmente vanificato.

l'avvio del percorso per la produzione di travi lamellari in castagno.

Il suo momento di avvio ha avuto un'ampia condivisione delle istituzioni locali, delle realtà imprenditoriali, dell'associazionismo, del mondo professionale, dei semplici cittadini, che hanno operato in una logica di *governance* del sistema forestale. Fatti salvi i caratteri connaturati del legno di castagno, i valori aggiuntivi per l'avvio dell'iniziativa sono da ricercare negli impatti economici, nella disponibilità delle risorse finanziarie pubbliche, nella sensibilità e sinergia degli attori, tra cui è opportuno evidenziare il ruolo delle Istituzioni locali, dell'Università, delle imprese e dell'Associazionismo.

L'effetto virtuoso atteso, tuttavia, va ben oltre la produzione delle travi. Esso dovrebbe generare innovazioni di processo per le aziende e le imprese, dovrebbe favorire la definizione di una via "privilegiata" per lo sviluppo *greening*, infine seppur con l'esiguità dei suoi numeri, fornirebbe un contributo per il contrasto dei cambiamenti climatici, della riduzione della superficie forestale e della biodiversità mondiale.

L'innovazione di prodotto nei Castelli Romani si sta configurando come strumento per il trasferimento delle politiche globali. Tale effetto, tuttavia, si raggiungerà solamente se i vari attori con le loro scelte continueranno a consolidare questa strategia.

Ringraziamenti

La presente esperienza è stata resa possibile grazie alla collaborazione dell'Ente Parco dei Castelli Romani, Comunità montana e dalle Amministrazioni Comunali di Rocca di Papa, di Lariano e Velletri, alla partecipazione dei professionisti agronomi e forestali, delle aziende forestali e delle imprese di utilizzazione e trasformazione del legno di castagno.

Ed ancora, ai vari colleghi dell'Università della Tuscia e non solo, nonché al prezioso lavoro dell'Associazione Culturale "L'Alveare" che ha svolto un ruolo pro-attivo senza il quale difficilmente si sarebbe riusciti a realizzare quel quadro culturale idoneo per poter parlare di innovazione.

Tabella 1. Superficie a castagneti nel Comprensorio (dati in ettari) (fonte: ns elaborazioni Carta Forestale Regionale).

	Comuni	Superficie (ha)		
		Parco	Fuori parco	Totale
Comuni del Parco Regionale dei Castelli Romani	Rocca Di Papa	2.196,98	2.444,24	4.641,22
	Velletri	830,42	1.590,54	2.420,96
	Rocca Priora	1.150,13	1.255,88	2.406,01
	Lariano	72,27	1.119,74	1.192,01
	Palestrina	0,88	679,36	680,24
	Artena	0,40	585,10	585,50
	Montecompatri	184,88	307,28	492,16
	Nemi	132,06	132,07	264,13
	Ariccia	94,07	117,45	211,52
	Monte Porzio Catone	62,21	142,15	204,36
	Grottaferrata	0,68	132,60	133,28
	Albano Laziale	64,82	64,82	129,64
	San Cesareo	1,65	43,80	45,45
	Castel Gandolfo	12,73	12,73	25,46
	Genzano Di Roma	6,80	10,75	17,55
Frascati	0,98	0,98	1,96	
	<i>Totale parziale</i>	<i>4.811,96</i>	<i>8.639,49</i>	<i>13.451,45</i>
Altri comuni limitrofi	Segni; Cori; Valmontone; Cave; Genazzano; Labico; Rocca Massima; Rocca di Cave; Zagarolo; Poli; Castel San Pietro Romano; Colferro; Roma; Cisterna di Latina; Galliciano Nel Lazio; Colonna:			2.677,06
Totale				16.128,51

Tabella 2. Ciclo dell'innovazione articolato per azioni, modalità e attori coinvolti.

<i>Fasi</i>	<i>Azione</i>	<i>Modalità</i>	<i>Attori</i>
1. Preliminare	Fabbisogno dell'innovazione	Analisi SWOT	Università
	Ricerca di base	Ricognizione delle conoscenze dei caratteri elementari	Università
	Ricerca applicata	Ricognizione delle tecniche, tecnologie, materiali e strumenti	Università, Imprese
2. Preparatoria	Condivisione dell'idea	Convegni, incontri aperti	Az. Forestali; Imprese forestali; Imprese di lavorazione del legno; Amm.ne comunali ed altre Istituzioni locali; Università
	Individuazione partners	Incontri ristretti	Az. Forestali; Imprese forestali; Imprese di lavorazione del legno; Amm.ne comunali ed altre Istituzioni locali; Università
	Strategia	Forma di partecipazione; risorse; contributo dei singoli; impegni; cronoprogramma	Az. Forestali; Imprese forestali; Imprese di lavorazione del legno; Amm.ne comunali ed altre Istituzioni locali; Università
	Formalizzazione	Sottoscrizione accordi	Az. Forestali; Imprese forestali; Imprese di lavorazione del legno; Università;
3. Sviluppo	Reperimento del materiale di base e condizionamento	Acquisizione materiale e condizionamento	Aziende forestali; Imprese di utilizzazione; Imprese di lavorazione
	Realizzazione prototipo	Preparazione lamelle ed incollaggio	Impresa ad elevata tecnologia; CNR-IVALSA; Università;
	Dimostrazione di fattibilità	Prove di sollecitazione	CNR_IVALSA; Università;
4. Disseminazione	Cantierizzazione dell'innovazione	Organizzazione del processo produttivo;	Competenze/formazioni; tecnologie e tecniche; protocolli Strumenti e materiali
		Individuare i potenziali acquirenti interessati	Indagini di mercato
	Valorizzazione sul mercato	Presentazione dell'innovazione	Inviti; Giornate dimostrative; Convegni	Impresa di lavorazione; Università; Istituzioni locali
5. Monitoraggio	Acquisizione informazioni statistiche	Rilevamenti ed archiviazione	Istituzioni locali

Tabella 3. Analisi SWOT del sistema castanicolo locale.

<i>Punti di forza</i>	<i>Punti di debolezza</i>
Superficie forestale prevalentemente investita a cedui di castagno	Impossibilità di accedere ad altri mercati diversi da quelli tradizionali;
Lunga tradizione nella gestione dei cedui di castagno e nella lavorazione del legno;	assenza di un unità di trasformazione secondaria del legno di castagno;
ottime performance produttive dei cedui castanili;	scarsa propensione degli operatori della filiera del castagno a fare sistema;
Consolidata coesistenza dell'attività produttiva con i valori ambientali	carenze di iniziative programmatiche condivise da parte delle istituzioni territoriali e strumentali
Riconoscimento del ruolo socio-economico della gestione forestale e trasformazione del legni di castagno;	Scarsa familiarità delle imprese ad avvalersi dei finanziamenti pubblici;
disponibilità delle istituzioni locali a supportare il sistema economico di lavorazione e trasformazione del legno nell'ottica dello sviluppo sostenibile	

(Tabella 3 continua)

<i>Opportunità</i>	<i>Minacce</i>
Esistenza di un mercato delle ristrutturazioni degli edifici storici di Roma e dei dintorni;	Contrazione dei mercati tradizionali;
Disponibilità di contributi pubblici dal PSR 2007/2013 della Regione Lazio;	Aggiornamento della normativa tecnica;
Disponibilità di dialogo da parte di istituzioni, imprese, associazioni e semplici cittadini	ricorso a moduli culturali semplificati, soprattutto nei boschi di proprietà pubblica;
Conoscenze scientifiche, tecniche e tecnologiche idonee per proporre nuovi prodotti;	elevata suscettibilità degli ecosistemi di castagno ai processi di degrado;

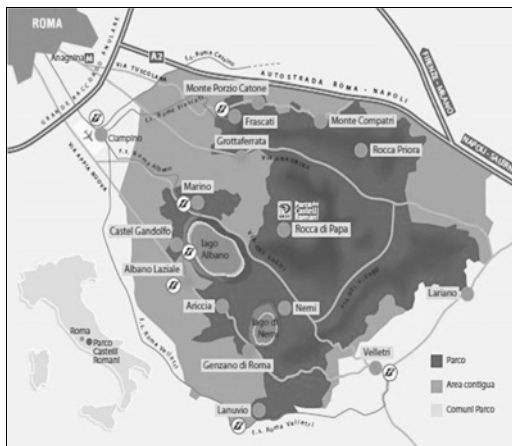


Figura 1. Comrensorio dei Castelli Romani.

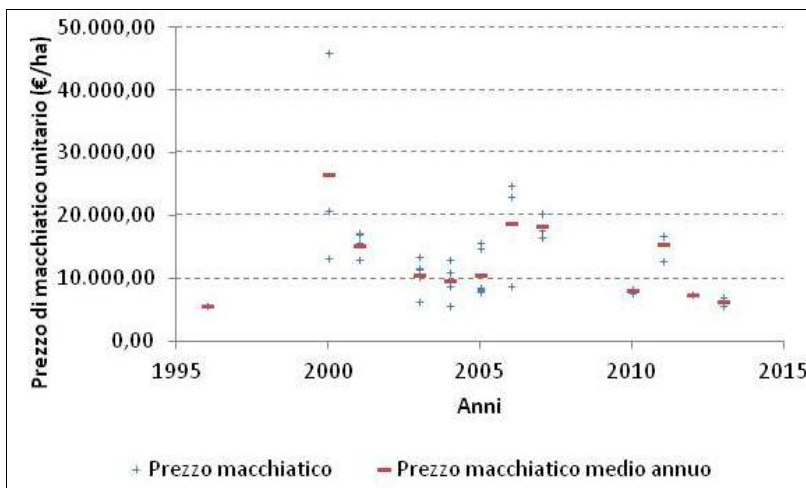


Figura 2. Prezzo di macchiatico del castagno (Fonte: Comune di Rocca di Papa).

SUMMARY

The transfer of the guidelines of international forest policy at the local level: the experience of the Castelli Romani

Since 1990's multilevel forest institutional systems have been developed, allowing various subjects to promote policies for better management of forests through the definition of new forestry instruments. The

main goals at a high global level have been to contrast deforestation and forest degradation.

One of the strategies used is the optimization of timber production. Further added value could come from an increase in the production of high quality timber, such as chestnut timber. The latter would have a significant impact on local forest and environmental systems.

The Lazio Regional Development Plan 2007/2013 guaranteed funds, permitted a feasibility study relating to chestnut laminated beam production, which would be an

innovative product for both national and international markets. This paper presents the Castelli Romani case study.

BIBLIOGRAFIA CITATA E DI RIFERIMENTO

- AA.VV., 1995 – *Progetto Cultura: il Legno nell'Arte, Lazio*. Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali, Roma.
- AA.VV., 2005 – *Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC.
- AA.VV., 2013 – *Rapporto finale Progetto Agritrasfer-In-Sud. Strumenti e metodologie per la raccolta e il trasferimento dei risultati della ricerca e della sperimentazione agraria*. A cura di Lamoglie C., Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e analisi dell'Economia Agraria, Roma.
- Bisoffi S., 2014a – *La strategia: le aree d'intervento*. Contributo al convegno "Piano Strategico per l'innovazione e la ricerca nel settore agricolo alimentare e forestale". Roma, 10 luglio. Ministero delle politiche Agricole, Alimentari e Forestali.
- Bisoffi S., 2014b – *Ricerca e trasferimento dell'innovazione nel settore forestale*. Contributo alla Tavola rotonda. III Convegno Nazionale di Selvicoltura. Firenze 26-29 Novembre, 2014.
- CE, 2013 – *Una nuova strategia forestale dell'Unione europea: per le foreste e il settore forestale*. Commissione Europea. COM (2013) 659 final. Brussels. (download: <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2013:0659:FIN:it:PDF>)
- CFS (Corpo Forestale dello Stato), 2005 – *Inventario Nazionale delle Foreste e dei serbatoi di Carbonio*. Ministero delle Politiche Agricole. Roma.
- Ciccarese L., Pellegrino P., Pettenella D., 2014 – *A new principle of the European Union forest policy: the cascading use of wood products*. L'Italia Forestale e Montana, 69 (5): 285-290.
<http://dx.doi.org/10.4129/ifm.2014.5.01>.
- EU, 2011b – *A resource-efficient Europe – Flagship initiative under the Europe 2020 Strategy*. European Commission. COM (2011) 21. Brussels (download: http://ec.europa.eu/resource-efficient-europe/pdf/resource_efficient_europe_en.pdf).
- Pacini A., 2012 – *Il Bosco del Cerquone: una selva antica nel Parco regionale dei Castelli Romani*. Gazzetta Ambiente, 3: 67-74.
- Ribaldo F., 1995 – *Le segherie dei Castelli Romani: produzione e commercializzazione*. EM-Linea Ecologica, 2: 52-58.

LA MANUTENZIONE DEL PATRIMONIO FORESTALE PER L'ECONOMIA MONTANA, LA DIFESA DEL SUOLO, DELL'AMBIENTE E DEL PAESAGGIO

Nazario Palmieri¹

¹Corpo forestale dello Stato, Roma; n.palmieri@corpoforestale.it

I boschi rappresentano un elemento di interesse trasversale per le questioni ambientali, idrogeologiche, climatiche, economiche ed energetiche. L'abbandono culturale dei nostri boschi dovuto allo spopolamento delle aree rurali e montane ha portato ad una minore attenzione alla gestione attiva dei boschi marginalizzando il comparto ed il contesto territoriale di riferimento. Occorre, pertanto, declinare la visione di un nuovo sistema forestale, sotto il profilo culturale e politico, che veda la manutenzione del territorio forestale e montano come elemento imprescindibile per prevenire i fenomeni di dissesto idrogeologico e per la riattivazione di flussi occupazionali ed economici nelle aree collinari-montane del Paese. In tal senso gioverebbe anche l'emanazione di un Testo Unico, che disciplini su tutto il territorio nazionale gli aspetti tecnici, le prescrizioni selvicolturali e regolamentari del comparto forestale oggi normato da una disomogenea e complicata legislazione regionale che deprime l'iniziativa imprenditoriale e scoraggia gli interventi di utilizzazione sostenibile del nostro patrimonio forestale.

Parole chiave: risorse forestali, economia montana, difesa del suolo, paesaggio.

Keywords: forest management, mountain economy, forest law.

I boschi costituiscono un elemento di interesse trasversale per le questioni ambientali, idrogeologiche, climatiche, economiche ed energetiche e la loro multifunzionalità impone, dunque, la necessità di preservare la foresta da forme di degrado costituite dagli incendi boschivi, dall'abbandono culturale, dai tagli abusivi indiscriminati e da tecniche selvicolturali inappropriate. Le conferenze mondiali sul clima e sulla biodiversità hanno riconosciuto l'effetto bosco come valore biosferico planetario riconoscendone il ruolo strategico e fondamentale quale immediato avamposto e strumento d'eccellenza per arginare ed attenuare il riscaldamento globale, i processi di desertificazione e la perdita di biodiversità e di risorse idriche soprattutto nel bacino del Mediterraneo, area che offre la sua intrinseca fragilità al cambiamento climatico per l'intensa antropizzazione e per l'uso del suolo intenso e prolungato. Negli anni è cresciuto il valore economico del bosco per gli aspetti produttivi ed il valore sociale che include funzioni ambientali, paesaggistiche, idrogeologiche e di effetto biosferico complessivo.

In Italia in 50 anni sono raddoppiate le risorse forestali che si stimano in quasi 11 milioni di ettari ovvero il 36% circa della superficie territoriale nazionale. Contestualmente si è registrato nell'ultimo trentennio l'abbandono culturale dei nostri boschi dovuto allo spopolamento delle aree rurali e montane che ha portato ad una minore attenzione alla gestione attiva dei boschi marginalizzando il comparto ed il contesto territoriale di riferimento. Del resto i privati, che detengono oltre il 64% della proprietà forestale, non hanno interesse alla loro coltivazione per lo scarso profitto ricavabile ed la mancata cura

predispone i boschi a forme di degrado ed a una maggiore vulnerabilità degli incendi boschivi.

Tutto ciò a fronte della considerazione che l'80% della superficie forestale nazionale è disponibile per un prelievo legnoso sostenibile e che in ambito europeo l'Italia registra i minori prelievi legnosi e di contro è il primo Paese, in ambito UE, per importazioni di legna da ardere.

Un recente studio dell'Istituto superiore per la ricerca e protezione ambientale (ISPRA) stima che dalle foreste nazionali (dal taglio di legna dei boschi cedui, dalla raccolta dei residui della cura e dei tagli delle fustaie, dal taglio di legna e dai filari), si possono ottenere 3 milioni di tonnellate di petrolio equivalenti (TEP) l'anno, salvaguardando i servizi ecosistemici del bosco.

Il recente e rinnovato interesse per l'utilizzazione commerciale dei prodotti legnosi, a fini energetici (70% per legna da ardere) e manifatturiero (30%), fa emergere la necessità di forti azioni di incentivazione e promozione del settore forestale a livello di politica nazionale e locale. Il 50% della produzione energetica nazionale da fonti rinnovabili deriva da biomasse forestali. A fronte dei rilevanti interessi pubblicitari che il bosco salvaguarda quali l'ambiente, il paesaggio e la difesa del suolo ed i cui benefici sono a totale godimento della collettività occorre evidenziare come non sia stata corrisposta, nell'ultimo trentennio - a parte gli interventi finanziati dall'Unione europea nei Programmi di sviluppo rurale - una adeguata attenzione nei confronti del settore forestale che stimolasse, con una congrua contribuzione pubblica, l'esecuzione di interventi selvicolturali finalizzati al mantenimento e/o all'efficientamento delle compagini boscate.

La conseguenza, ed al tempo stesso, l'evidente paradosso che ne è susseguito è che pur in presenza di una crescita spontanea del bosco dobbiamo parimenti registrare una proporzionale disattenzione nei confronti del settore forestale. Ed infatti la progressiva ed inarrestabile diminuzione della popolazione nelle aree collinari-montane del Paese ha determinato da un lato la mancanza del presidio per la manutenzione territoriale e dall'altro la prevalente astensione delle cure colturali con un invecchiamento generalizzato delle foreste italiane e con grave pregiudizio alla multifunzionalità dei servizi che il bosco esprime.

C'è una distanza non solo fisica ma anche culturale tra la pianura e la montagna che occorre recuperare. Il problema prima ancora che politico è essenzialmente culturale poiché nel tempo è maturata la convinzione che le risorse destinate alla gestione dei boschi, al rimboschimento ed alle opere di sistemazione idraulico-forestale siano una problematica che non riguarda da vicino la collettività e che si debbano fronteggiare le emergenze solo con interventi di protezione civile post evento che sono, nella generalità dei casi, costosi, localizzati e frammentari.

La globalizzazione economica, che ha messo in crisi i sistemi industriali o i modelli di sviluppo del vecchio continente, induce ad un consapevole ripensamento dell'investimento pubblico e ad attenzionare il comparto primario dell'agricoltura e delle foreste. In tale contesto un segmento dell'investimento pubblico occorre dirottarlo per la gestione dei boschi incentivando i privati all'esecuzione di interventi selvicolturali ed attivando in tal modo cantieri forestali da affidare a cooperative giovanili ed imprese boschive qualificate. Sotto tale profilo si potrebbe pensare ad una cedolare secca sulle produzioni ricche della montagna (compensori sciistici, centrali idroelettriche, stazioni termali) in grado di compensare gli svantaggi della marginalità con un ritorno percentuale al territorio in grado di perequare i sovraccosti strutturali permanenti per le aree montane e di attenuare gli squilibri tra la montagna affluente e la montagna marginale. Infatti solo politiche fiscali o di incentivazione mirate possono impedire l'inarrestabile fenomeno della montagna svuotata e garantire l'erogazione di servizi minimali di base quali l'istruzione e l'assistenza sanitaria. La montagna debole o svuotata, e con essa i boschi che ne sono la componente più importante, hanno dunque bisogno soprattutto di un riconoscimento sociale.

Occorre decisamente contrastare l'ecologismo dell'abbandono e promuovere una selvicoltura attiva, giovane, efficiente, oscillante e mediata tra i parametri economici ed ecologici: la filosofia della manutenzione forestale in luogo della cultura dell'abbandono promovendo l'equazione efficienza-convenienza che è poi ecologia-economia. Occorre considerare il bosco, come affermava Einaudi, un organismo vivente di durata illimitata, una cellula di un sistema economico e non uno strumento di speculazione.

La sola conservazione passiva dei boschi non è sufficiente ed occorre intervenire con una gestione attiva, sostenibile, assistita e duratura mantenendo sul territorio il presidio delle popolazioni montane e scongiurando in tal modo l'abbandono selvicolturale che è il preludio degli incendi boschivi e del dissesto idrogeologico e della marginalizzazione del territorio riconoscendone il ruolo di

servizio attivo nella manutenzione dei boschi, delle sistemazioni idrauliche e dell'agricoltura di montagna che va a totale beneficio delle comunità di piano urbane. Occorre allora un sistematico progetto di manutenzione forestale e territoriale su scala nazionale che costituisca davvero l'opera pubblica prioritaria di cui ha bisogno il Paese. Si tratta, in definitiva, di riproporre quel piano verde voluto dal compianto Ministro Fanfani che ha avuto l'indiscusso merito nel dopoguerra della ricostruzione fisica ed economica delle aree montane collinari del Paese. A questo scopo serve dunque un nuovo progetto verde, non opere faraoniche e costose ma tanti progetti con cui attivare migliaia di cantieri da localizzare sul territorio e da affidare a cooperative e piccole imprese giovanili (senza dunque ricorrere alla gestione diretta di operai con finalità assistenziali) con precisi vincoli di destinazione che assicurino nel contempo l'impiego di manodopera e la regimazione del territorio dal punto di vista idraulico. Si tratta in definitiva di canalizzare unidirezionalmente le energie e di attivare una cabina di regia che coordini gli interventi anche tramite la costituzione di un'Agenzia tecnica nazionale per la gestione del patrimonio forestale pubblico che versa, salvo rare eccezioni, in uno stato di abbandono culturale a differenza di quanto avviene in altri Paesi che dispongono di Organismi tecnici preposti. Occorre recuperare il senso culturale di appartenere ad un territorio considerato nella sua integrità e promuovere azioni solidali con le comunità della montagna altrimenti non autosufficienti ed obbligate allo spopolamento. La filosofia della cultura della manutenzione del patrimonio forestale deve ritornare ad essere uno dei punti cardine della politica di questo Paese che, proprio con riferimento alle aree collinari-montane, varò nell'immediato dopoguerra programmi normativi e finanziari finalizzati alla ricostruzione fisica del territorio montano riconoscendo il ruolo fondamentale ed insostituibile dell'attività dell'uomo. La gestione delle foreste è un atto non solo scientifico, sociale, politico o culturale, ma è anche morale perché abbandonare la montagna significa abbandonare anche la pianura che poi è la parte terminale in cui maggiormente si esplicano gli effetti del dissesto idrogeologico con ingenti danni economici e perdita di vite umane.

SUMMARY

Forest resources management to promote the mountain economy, soil protection, biodiversity and landscape conditions

Forests represent an element having cross-cutting interest linked to environmental, hydro geological, climatic, economic and energetic issues.

The cultural abandonment of our forests, due to the depopulation of rural and mountainous areas, has heavily reduced the attention given to the active management of woodlands, so marginalizing the sector and its land framework.

It is therefore needed to establish the vision of a new forest system, according to the cultural and political

point of view, able to stress the maintenance of the forest and mountainous land as an essential asset to prevent the hydro geological disturbance events and to sustain the employment and economic fluxes in the hilly-mountainous areas of the Country. It would be also very useful the launch of a Framework Law mainstreaming

on the whole national land the technical details, the silvicultural and regulatory prescriptions of the forest sector, currently regulated by a uneven and complicated regional legislation depressing the business initiatives and discouraging the sustainable harvest measures of our forest heritage.

UN MODELLO DI *GOVERNANCE* INNOVATIVO NELLA GESTIONE DELLE FORESTE APPENNINICHE ITALIANE

Severino Romano¹, Mario Cozzi¹, Gennaro Ventura¹, Mauro Viccaro¹

¹Università degli Studi della Basilicata, Scuola di Scienze Agrarie, Forestali, Alimentari ed Ambientali (SAFE), Potenza, Italy; severino.romano@unibas.it;

La gestione delle foreste pubbliche, nelle aree appenniniche del sud Italia, è sempre stata realizzata secondo i canoni tradizionali mediante un approccio gestionale diretto, nella quale i proprietari di risorse forestali provvedevano a gestire autonomamente l'intero processo organizzativo e autorizzativo. Nonostante l'esistenza di un ampio spettro di aziende specializzate nella gestione, trasformazione e commercializzazione dei prodotti forestali, tale modello ha subito, negli ultimi anni, una caduta verticale in termini di efficacia ed efficienza gestionale, a causa di una serie di motivazioni ascrivibili sia alla scarsa conoscenza del mercato dei prodotti legnosi da parte delle amministrazioni, che allo stato attuale rasenta la stagnazione, sia al fatto che le amministrazioni vedevano nelle risorse forestali il cosiddetto tesoretto a cui fare ricorso per "fare cassa" e sanare la cronica mancanza di fondi senza porsi alcun obiettivo di Gestione Forestale Sostenibile (GFS), sia alla scarsa competenza dei tecnici comunali di settore, sia alla lunghezza degli iter burocratici, sia ai noti fenomeni di oligopsonio dettato dalle poche imprese di utilizzazione boschiva presenti nei diversi territori. Per ottemperare a tali difficoltà, nelle foreste dell'Appennino lucano si è scelto di ipotizzare un modello di gestione pubblico-privato, la cui implementazione transita attraverso l'espletamento di un bando di gara di evidenza pubblica europea nel quale dovranno essere dettagliate tutte le singole fasi della futura gestione del patrimonio forestale in concessione ad una "rete" di proprietari privati, garantendone così la piena efficacia ed efficienza dei processi gestionali.

Parole chiave: gestione forestale sostenibile, politica forestale, filiera bioenergetica.

Keywords: sustainable forest management, forest policy, bioenergy chain.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-sr-mod>

1. Introduzione

Le esigenze di una nuova pianificazione territoriale integrata, basata sullo sviluppo locale sostenibile, impongono una stretta relazione fra assetto territoriale e processi produttivi. Infatti, secondo i recenti indirizzi teorici gli obiettivi della pianificazione territoriale possono essere così sintetizzati (Conti, 1996; Oneto, 1997; Bernetti *et al.*, 2002):

- Valorizzare il potenziale endogeno territoriale (produttivo, naturale e culturale) per la attivazione dello sviluppo locale;
- Elevare la qualità della vita degli abitanti, garantendo ovunque sul territorio opportunità di promozione economica e sociale nel rispetto delle tradizioni culturali.
- Identificare e risolvere i conflitti fra attività produttive e salvaguardia dell'ambiente naturale e dei caratteri storici e culturali della popolazione locale.

La pianificazione forestale, previa implementazione di differenti modelli culturali, mira alla gestione spazio-temporale delle risorse agro-silvo-pastorali tale da poterne garantire un utilizzo sostenibile esplicitando al tempo stesso tutte le multifunzionalità che connotano i beni ambientali. Nella politica dell'Unione Europea è ormai punto fermo che la gestione sostenibile e multifunzionale delle foreste rappresenti un momento strate-

gico, per i riflessi sul mantenimento e la crescita dell'occupazione, lo sviluppo economico di aree rurali e di montagna, la produzione di materie prime rinnovabili, la salvaguardia degli ambienti e della diversità biologica alle diverse scale, e la funzione di serbatoi di carbonio in relazione alla mitigazione del cambiamento climatico (Regione Basilicata, 2013).

La gestione efficiente e sostenibile delle risorse forestali, avendo oggi altresì assunto una importanza strategica nell'ambito delle politiche ambientali nazionali e regionali, sia in considerazione della molteplicità delle funzioni espletate dalle stesse con l'erogazione di beni e di servizi altrimenti difficilmente surrogabili che per importanza socio-economica e ambientale, rappresenta un elemento pregnante della politica forestale della regione Basilicata.

2. Contesto normativo

Il patrimonio forestale lucano, peculiare per indice di boscosità, potenzialità e diversificazione della produzione legnosa, molteplicità dei popolamenti, specificità mediterranea di alcune formazioni, varietà dei paesaggi, ruolo storico, culturale e sociale, si configura tra i più interessanti nel panorama forestale del meridione. Negli ultimi decenni, le problematiche legate alla gestione

delle risorse ambientali e forestali hanno assunto un ruolo di primo piano nella definizione delle linee politiche di intervento sul territorio. In Basilicata il settore forestale è disciplinato dalla L.R. n. 42 del 1998 "Norme in materia forestale", la quale definisce un quadro di indirizzo individuando gli obiettivi di politica forestale regionale sia a livello di pianificazione sia di programmazione. In essa è previsto, al comma 9 dell'art. 5, che "la Regione e gli Enti delegati, previo confronto con le Organizzazioni Sindacali, possono affidare l'esecuzione degli interventi forestali o la gestione di particolari servizi o avviare concrete forme di gestione dei boschi e del sottobosco o degli immobili prioritariamente alle cooperative agricolo-forestali, di cui all'art. 17 della legge 97/94 e delle cooperative formate dagli addetti al settore forestale, nonché a privati singoli o associati...". L'affidamento in concessione della gestione delle foreste di proprietà pubblica a soggetti di natura privata, in forma singola o associata (D.lgs 227/2001, art. 5 comma 2), rappresenta di fatto una concreta possibilità di attuazione degli obiettivi strategici della politica forestale nazionale, che, negli ultimi anni, ha puntato a promuovere nella gestione forestale un sempre più spinto accorpamento ed ampliamento delle unità territoriali di gestione, in modo da poter assicurare una azione gestionale veramente efficace e sostenibile sia dal punto di vista economico e sociale, sia dal punto di vista della tutela ambientale secondo una programmazione lungimirante e sostenibile, con reali impatti positivi sull'occupazione e sul mercato locale (D.M.MATT 2005 sez. IV, art 6 comma b).

3. Modello di *governance*: la gestione forestale sostenibile nel comune di Abriola

3.1 Caratterizzazione geografica

L'ipotesi di un nuovo modello di *governance* delle foreste appenniniche lucane ha trovato una prima applicazione nell'ambito delle proprietà comunali di Abriola, amministrazione lungimirante che, in sinergia con l'Università degli Studi della Basilicata, ha implementato il primo progetto sperimentale applicativo della Gestione Forestale Sostenibile seguendo un protocollo dalle caratteristiche di gestione ibrida tra pubblico e privato. Il territorio del Comune di Abriola è situato nella parte centro-occidentale della Lucania, nell'area interna della provincia potentina. Sotto il profilo amministrativo, specie per gli aspetti agro-silvo-pastorali, esso rientra nelle zone agricole svantaggiate.

La proprietà agro-silvo-pastorale insiste su una superficie complessiva di 2564,19 ha, nell'ambito dei quali sono individuabili superfici caratterizzate da formazioni boschive per 2058,08 ha; superfici a pascolo per 431,24 ha; incolti per 46,60 ha e aree turistiche 28,27 ha (vedi Fig. 1). I nuclei forestali si collocano nelle aree di confine, in corrispondenza delle zone poste a quote maggiori.

Le foreste hanno come forma di governo prevalente l'alto fusto, la specie prevalente è il faggio allo stato puro che ricopre una superficie di circa 757,84 ha,

alternato a formazioni miste a prevalenza di faggio associato al cerro per una superficie di circa 396,74 ha.

Il ceduo è invece marginalizzato alle quote minori nell'area a sud-est del territorio comunale avente una struttura forestale a prevalenza di cerro e farnetto.

3.2 Modello gestionale

La costituzione di un modello di *governance* territoriale strutturato nasce dall'esigenza di incrementare la competitività del settore forestale.

In Basilicata l'idea di una gestione forestale sostenibile si è concretizzata in un modello di integrazione tra la volontà politica dell'Ente proprietario di puntare ad una gestione organica del proprio patrimonio forestale e lo spirito e capacità imprenditoriale di un gruppo di imprese, desiderose di attivare la gestione del patrimonio forestale comunale, attraverso una programmazione pluriennale degli interventi.

La proprietà silvo-pastorale del Comune di Abriola è dunque attualmente concessa in gestione per un periodo di 15 anni ad una Associazione Temporanea di Imprese (A.T.I.) a seguito di regolare espletamento di gara d'appalto a procedura aperta indetta dal Comune di Abriola (con determinazione dirigenziale n. 74/UT del 09.09.2011) e successiva aggiudicazione definitiva (con determinazione dirigenziale n. 84/UT del 13.10.2011) e sottoscrizione di regolare "Contratto di concessione di servizi per la gestione ecosostenibile dei boschi di proprietà comunale" tra il Comune di Abriola e il rappresentante legale dell'impresa mandataria dell'A.T.I.

Lo stesso contratto di concessione all'art. 3 recita testualmente: "il Comune, nel rispetto della normativa vigente, autorizza il concessionario alla gestione del bosco, in ottemperanza al Piano di Assesamento Forestale, da redigersi a cura dello stesso concessionario ed ai piani di taglio programmati appositamente redatti (...).

La società concessionaria provvederà a reperire tecnici di adeguata capacità a cui affidare la redazione del PAF anticipando, ove necessario, l'importo monetario per la elaborazione dello stesso..."

In virtù del contratto di concessione sopra citato ed in qualità di soggetto gestore dei boschi di proprietà del Comune di Abriola (PZ), il concessionario è autorizzato, tra l'altro, ad attuare le iniziative progettuali inerenti alla manutenzione ordinaria delle superfici boscate, alla creazione di valore delle risorse, certificazione della gestione ecosostenibile del bosco e della tracciabilità del legno di pregio (*Chain Of Custody*) mediante protocollo PEFC, gestione programmata dei tagli per la produzione di legname di pregio e per la produzione di legname da destinare alla produzione di biomassa ad usi energetici, nonché la protezione da eventuali danni da incendi boschivi attribuibili ad abbandono ed incuria e conseguente recupero e rimboschimento degli ettari bruciati.

Appare dunque evidente come, nell'ottica di una gestione forestale sostenibile, la pianificazione pluriennale degli interventi, previa l'adozione di strumenti quali i Piani di Assesamento Forestale o piani di gestione economica delle foreste, assuma un ruolo di primo piano

nel potenziamento degli aspetti legati alla multifunzionalità del bosco, nell'adozione di opportune misure di monitoraggio continuo delle attività e degli interventi e da ultimo, sebbene non meno importante, all'ottenimento della certificazione di buona gestione forestale. In virtù di tale premesse le società concessionarie hanno provveduto alla realizzazione del Piano di Assestamento forestale, attualmente in fase di approvazione, redatto con criteri di equilibrio ecologico ed economico, soprattutto miranti a rivalutare le aree sottoposte a gestione che, storicamente erano state semiabbandonate a causa della scarsa appetibilità economica. Infatti, sulla base di tale presupposto, nell'ottica della più completa sostenibilità ecologica e del rispetto della biodiversità, il piano di gestione è stato strutturato cercando di ottimizzare il piano degli interventi, vincolando quindi le aziende concessionarie, ad intervenire contemporaneamente per ogni singolo anno di taglio su particelle forestali aventi caratteristiche economiche differenti, ovvero a macchiatico positivo e negativo. In tal modo, si è cercato di compensare agli errori delle passate gestioni dove l'ottica da parte delle imprese era quella di selezionare durante le aste quei lotti dalle caratteristiche economiche migliori. Tale approccio è stato possibile proprio perché con il nuovo modello di *governance* le aziende sono "obbligate" ad organizzare le loro attività per un periodo lungo, concentrando l'attenzione su un territorio ben definito, seguendo le regole di un Piano degli interventi a cui non possono sottrarsi. La gestione forestale del comprensorio comunale di Abriola, ha, inoltre, posto in essere una serie di attività progettuali finalizzate alla start up della filiera bioenergetica. Nello specifico è stato realizzato preliminarmente alla realizzazione del piano di assestamento, un progetto di cura colturale delle foreste per una superficie di circa 200 ettari, suddivisa in quattro lotti da impegnare in quattro annualità di taglio. Per tali lotti è stato previsto un prelievo in volume legnoso pari a circa 18.349,18 mc corrispondenti a 165.142,58 q.li di biomassa mercantile ad elevato potere di calore, con un valore all'ingrosso di circa 1.560.000 €.

Dall'attuazione del piano di gestione economica, nel decennio di validità del piano 2014-2023, deriverà ulteriormente una ripresa complessiva di 83.050,00 mc rappresentando un prelievo medio annuo di 8.305 mc circa, su una superficie di 976,95 Ha (PAF Abriola, in fase di approvazione). Strettamente legata alla produttività del bosco è la determinazione del compenso/canone che il concessionario è tenuto a versare all'Ente proprietario come corrispettivo per la concessione della gestione pluriennale del proprio patrimonio forestale. Esso tiene inevitabilmente conto non solo delle attività di utilizzazione forestale, ma anche e soprattutto di tutti quei servizi di consulenza e progettazione, presidio del territorio, attuazione delle misure di salvaguardia per le aree a rischio (es. idrogeologico, fitopatologico, etc.) e monitoraggio degli impatti delle attività che si svolgono in foresta e che possono influire sulla sostenibilità della gestione, nonché il raggiungimento ed il mantenimento degli standard previsti per la certificazione. Il canone di gestione quindicennale che il concessionario dovrà ver-

sare all'ente concedente per la concessione della gestione ecosostenibile dei boschi ammonta a 1.575.000 €, al quale andrà a sommarsi il 25% del valore di commercializzazione dei crediti di carbonio, derivanti dalla gestione ecosostenibile del bosco in concessione.

Ulteriore *royalties* a favore dell'amministrazione concedente riguarda l'obbligo da parte delle società concessionarie di assumere almeno cinque unità lavorative dedicate unicamente alle operazioni dirette ed indirette della Gestione Forestale per almeno 150 giornate annue. La società concessionaria gestisce, in esclusiva, i Crediti di Carbonio "prodotti" nel bosco gestito curandone la vendita e/o collocazione sul mercato, una volta attivato presso il Ministero competente, del Registro dei serbatoi di carbonio agro-forestale. Sui ricavi della vendita dei certificati di "crediti di carbonio" derivanti dall'assorbimento di CO₂ e del carbonio del bosco "gestito" (una volta ottenuta la certificazione di buona gestione), il concessionario verserà al Comune le percentuali previste.

4. L'applicazione del nuovo modello di *governance*

Dopo circa tre anni molto è stato fatto a livello organizzativo, infatti oltre al già citato piano di assestamento, l'associazione Comune di Abriola/ATI ha provveduto ad attuare la gestione, cantierizzando e intervenendo sui primi due lotti stralcio al PAF, interventi che hanno permesso alle aziende di iniziare le attività di gestione senza troppe esposizioni finanziarie, in attesa dell'approvazione definitiva del piano, inoltre al comune di mettere a punto una serie di piccole migliorie organizzative per rendere più fluide le attività relative alla gestione e controllo della foresta. Inoltre a valle dei tagli in totale allineamento su quanto sancito nel modello di *governance* ed ovviamente nel conseguente bando di gara, le società concessionarie hanno progettato e realizzato una prima attività di filiera forestale, con particolare riferimento alla filiera bio-energetica. In particolare è stato realizzato un primo progetto per la trasformazione di parte del legname proveniente dagli interventi della gestione forestale in pellet da impiegare per usi domestici.

Il progetto ha dato vita ad uno stabilimento distante circa 6 Km dal comprensorio forestale, dimensionato per essere totalmente sostenuto dalla biomassa proveniente dalle foreste di Abriola strutturando così una filiera corta del pellet di puro faggio.

Un secondo progetto già messo a punto ed in fase di realizzazione riguarda lo sfruttamento delle biomasse per la produzione di energia elettrica e calore; in tale fase le società, valutata la disponibilità di biomassa depurata da quella venduta come legno da opera, legna da ardere e quella utile per la produzione di pellet, ha proceduto a determinare il target di potenza elettrica e termica sostenibile. Sulla base di tale presupposto tecnico l'attuale fase progettuale è quella dell'individuazione della migliore tecnologia applicabile al caso di studio che, probabilmente sarà quella della pirogassificazione, per una taglia massima di 200 KWE. Tale impianto sarà posto nelle immediate vicinanze dell'impianto di pellet, in modo da essere in parte, utile fornitore di energia termica per la relativa fase di essiccazione.

5. Conclusioni

Allo stato attuale, tale modello di *governance* pubblico-privato ha evidenziato sia luci che ombre. Per quanto concerne gli aspetti positivi possiamo senz'altro affermare che dal lato privatistico il modello, grazie alla lunga durata del contratto di concessione della gestione forestale (quindici anni) e soprattutto alla certezza dei quantitativi di prodotto ritraibile, ha permesso alle aziende di programmare ed implementare investimenti di ampio respiro, finalizzati all'innovazione tecnologica della gestione forestale e nella realizzazione di una filiera chiusa di prodotti ad elevato valore aggiunto, prevedendo il collocamento di 5 unità lavorative specializzate nelle attività di gestione forestale. In previsione di poter ulteriormente implementare la gestione sostenibile delle foreste, è in itinere il progetto di installazione di una centrale a pirogassificazione da 200 KWe. Dal lato pubblico l'implementazione del modello ha sollevato l'amministrazione dell'onere derivante dai lunghi iter autorizzativi (bandi per la redazione del piano di gestione economica del patrimonio, per l'appalto per le martellate e i singoli progetti di taglio, ecc.), e dal rischio di dotarsi di un piano di gestione poco efficiente dal punto di vista produttivo il cui unico risultato sarebbe stato quello di una "non gestione" del patrimonio boschivo. Il trasferimento di responsabilità, totali o parziali, nella realizzazione di interventi di gestione forestale a soggetti di natura privata, conferisce

quindi al settore pubblico un ruolo di sola programmazione e di gestione diretta di limitate, qualificate e strategiche, attività di servizio (Pettenella e Romano, 2010). Per quanto concerne gli aspetti negativi al momento sono da attribuire soprattutto alle carenze della normativa regionale in merito alle procedure operative da adottare per la concessione in gestione delle foreste pubbliche a privati.

Le imprese, singole e associate, di utilizzazione ed erogazione di servizi forestali (produttivi, sociali e ambientali), si scontrano oggi sempre più con la difficile ed eccessiva burocrazia nell'acquisto dei lotti boschivi e il complicato iter amministrativo per l'autorizzazione ai tagli e ai possibili interventi/incentivi (MiPAAF, 2012).

Ulteriori problematiche sono state riscontrate in merito alle frequenti frizioni che si registrano tra gli *stakeholders* (Enti parco, CFS e Regione), spesso poco disponibili al confronto perché arroccati su posizioni conservatrici, frutto di una sorta di prevenzione e diffidenza rispetto alla partecipazione del privato nella gestione della "cosa pubblica" e, in alcuni casi, alle distorsioni in merito all'interpretazione delle norme regionali.

In quest'ultimo caso il ruolo svolto dalla struttura universitaria di garante della qualità e sostenibilità delle scelte gestionali da parte del privato è risultata fondamentale nello sciogliere alcuni nodi e nell'"accompagnare" il nuovo gestore nell'implementazione del modello, tanto che in regione diverse amministrazioni stanno procedendo alla sua implementazione.

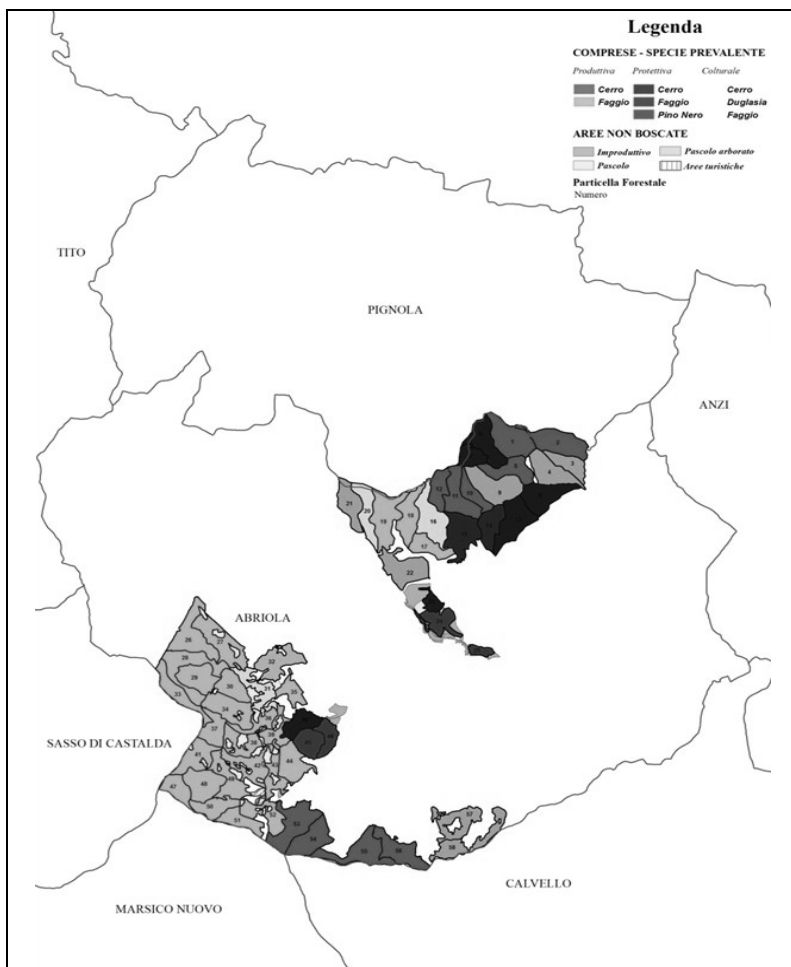


Figura 1. Inquadramento territoriale.
 Figure 1. Location map of study area.

SUMMARY

An innovative model of governance in the forest management of the Italian Apennine

The management of public forests, in the Apennine areas of south Italy, has always been realized according to the traditional stands, through a direct management approach, in which the forest owners were provided to manage the entire organizational and authorization process.

Despite the existence of wide spectrum of companies, specialized in the management, transformation and marketing of forest product, this model has suffered, in the last years, a vertical drop in terms of effectiveness and efficiency management, due to several reasons: lack of knowledge of the wooden products market, currently close to the stagnation, by local administrations; use of forest resources as money box to cash and compensate the lack of found without any sustainable forest management object, lack of competence by municipalities technicians in this sector, excessive length of bureaucracy, also for the known oligopsony phenomena because of the few logging companies in different regions.

To comply this difficult, in the lucanian Apennine forests we have chosen to realize a public-private management model. Its implementation passes by the execution of a public European call for tenders in which all the phases of the future management of the forest, carried out by a net of private owners, are fully detailed. In this way, the full effectiveness and efficiency of the management processes are guaranteed.

BIBLIOGRAFIA CITATA E DI RIFERIMENTO

- ANPA, 2001 – *Biomasse agricole e forestali, rifiuti e residui organici: fonti di energia rinnovabile. Stato dell'arte e prospettive di sviluppo a livello nazionale*.
Assolegno, 2002 – *Approfondimento sulle biomasse per fini energetici*.
Bernetti I., Fagarazzi C., Romano S., 1998 – *Biomass Production as an Energy Source in Coppices of the province of Florence, Italy*. In: Atti della Sixth Joint Conference on Food, Agriculture and the environment. Minneapolis, August - 31 September 2, 1998.
Bernetti I., Fagarazzi C., Romano S., 1999 – *Il mercato delle biomasse per scopi energetici in Toscana*. In: XXXVI Convegno di Studi Sidea, Milano, settembre, pp. 87-100.

- Bernetti I., Casini L., Meneghini S., 2002 – *L'agricoltura e lo sviluppo rurale nei nuovi strumenti per il governo del territorio*. Franco Angeli. Milano.
Conti S., 1996 – *Geografia economica*. Utet. Milano.
Fagarazzi C., Fratini R., 2001 – *Analisi delle potenzialità di una filiera biomassa-energia nel contesto toscano*.
INEA, 1999 – *La filiera foresta - legno in Basilicata*.
ITABIA, 2002 – *Contributo delle biomasse alla tutela del territorio*.
Marinelli A., Casini L., 1996 – *Un modello economico ambientale per la gestione delle risorse forestali*. Collana CNR-RAISA, Franco Angeli, Roma.
Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, 2001 – *L'industria italiana di tecnologie per le fonti rinnovabili di energia: posizionamento tecnologico e di mercato, prospettive di politiche di incentivazione mirate*. Appendice alla parte I: Il quadro normativo di riferimento in materia di supporto alle fonti rinnovabili di energia.
MiPAAF, 1998 – *Programma Nazionale Energia Rinnovabile da Biomasse (PNERB)*. ALLEGATI, Volume II, Quadro di riferimento normativo.
MiPAAF, 2012 – *Piano della Filiera Legno*. Documento di sintesi.
Oneto G., 1997 – *Manuale di pianificazione del paesaggio*. Il Sole 24 Ore. Pirola. Milano.
Pettenella D., 2000 – *Potenzialità e vincoli di mercato delle produzioni di biomasse legnose*. Atti della Giornata di Studio dell'Accademia dei Georgofili "Valorizzazione energetica delle biomasse agroforestali". Firenze, 25 novembre 1999.
Pettenella D., Romano D., 2010 – *Silvicoltura: politiche forestali e ambientali*. L'Italia Forestale e Montana, 65 (2): 163-173.
<http://dx.doi.org/10.4129/IFM.2010.2.09>
Regione Basilicata, 1998 – *Legge Regionale n. 42 del 10 novembre 1998. Norme in materia forestale*. Bollettino Ufficiale della Regione Basilicata, N. 65 del 13 novembre 1998.
Regione Basilicata, 2000 – *Piano d'azione per il decollo della filiera bioenergetica*, Allegato I.
Regione Basilicata, 2008 – *Determinazione di Giunta Regionale n. 613 del 30 aprile 2008. Linee guida per la redazione dei piani di assessment forestale*. Ufficio Foreste e Tutela del Territorio.
Regione Basilicata, 2013 – *Linee programmatiche del settore forestale per il decennio 2013-2022*.
Regione Basilicata, 2015 – *Piano di gestione forestale delle proprietà silvopastorali di Abriola*. Documento in fase di approvazione.

LE POLITICHE FORESTALI IN ITALIA: TEMA DI NICCHIA OPPURE REALE OCCASIONE DI SVILUPPO INTEGRATO PER IL PAESE? CRITICITÀ, OPPORTUNITÀ E STRUMENTI ALLE SOGLIE DELLA PROGRAMMAZIONE 2014-2020

Raoul Romano¹, Danilo Marandola¹

¹Osservatorio Foreste, Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, Roma (Italia);
romano@inea.it

La materia forestale negli ultimi 30 anni è stata ampiamente trascurata dall'agenda politica italiana. Le uniche attenzioni riservate al tema in questo lungo periodo, infatti, sono scaturite dal recepimento di orientamenti e decisioni internazionali che solo in parte toccano le questioni forestali (es. politiche per lotta al cambiamento climatico, politica agricola comunitaria, politica energetica, politica di conservazione della biodiversità e del paesaggio ecc. ecc.), senza mai espressamente affrontare la materia in modo organico. Anche in considerazione di ciò, alle soglie della programmazione 2014-2020 dei fondi comunitari, la terza del nuovo millennio, la politica forestale nazionale rimane assente nel processo di definizione delle strategie elaborate dall'Italia per garantire un efficace utilizzo del pacchetto di fondi strutturali UE (FEASR, FESR e FSE), cosa che rischia di tradursi nuovamente in occasioni mancate, non solo per il rilancio del settore ma anche (e forse soprattutto) per la tutela attiva e lo sviluppo integrato delle aree rurali e interne del Paese. Il presente contributo analizza il ruolo che è stato attribuito al settore forestale, e più in generale alle risorse forestali nazionali, nella definizione sia dell'Accordo di Partenariato (il documento strategico per la programmazione nazionale dei fondi 2014-2020), che nella elaborazione della strategia (nazionale e regionale) di attuazione della politica di sviluppo rurale, l'unica che negli ultimi decenni ha contribuito ad alimentare il settore, se pur in modo discontinuo e disarticolato, e a garantire l'attuazione della strategia forestale nazionale definita nel 2008 con il Programma Quadro per il Settore Forestale (PQSF).

Parole chiave: politica forestale, PAC, misure forestali PSR, efficacia ed efficienza degli strumenti di policy.
Keywords: forest policy, CAP, RDP forestry measures, efficacy and efficiency of policy tools.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-rr-pol>

1. Introduzione

La politica di sviluppo rurale 2014-2020, con maggiore enfasi rispetto alle precedenti programmazioni, riconosce alle risorse forestali e al settore produttivo a esse collegato un ruolo cardine nel perseguimento non solo delle sei Priorità strategiche definite dal Reg. Ue n. 1305/2013, ma anche per gli obiettivi *Europa 2020* e gli impegni internazionali in materia di cambiamento climatico e tutela della biodiversità e del paesaggio. In particolare la gestione attiva del patrimonio forestale e l'utilizzo "a cascata" dei prodotti legnosi sono concetti che la nuova Strategia forestale europea (COM(2013) 659 final del 20/09/2013) ribadisce con forza e che possono trovare efficace attuazione sul territorio europeo grazie al supporto offerto dalle misure forestali della programmazione FEASR 2014-2020.

Almeno in Italia, infatti, il FEASR rappresenta il principale strumento, se non proprio l'unico, in grado di favorire una rapida, efficace e omogenea attuazione sul territorio nazionale della Strategia forestale nazionale definita dal Programma Quadro per il Settore Forestale (PQSF) e dai piani forestali regionali previsti dal D.Lgs. 227/2001.

Tutte le azioni e gli interventi previsti dal FEASR 2014-2020 in favore o di interesse per il settore forestale (Tab. 1) e potenzialmente attivabili sul territorio nazionale dai singoli PSR, possono rappresentare così nell'ambito della strategia definita con l'Accordo di partenariato nazionale (AdP) gli strumenti utili alla valorizzazione delle potenzialità produttive, ambientali, protettive e sociali che la gestione attiva del bosco può esprimere, specie in una prospettiva di crescita socioeconomica e occupazionale delle aree rurali e interne del nostro.

A tal proposito è importante ricordare che l'81,6% dei boschi italiani, cioè la base produttiva della filiera foresta legno nazionale, è ubicato nelle Aree interne individuate dall'AdP. Nell'ambito di quelli che saranno i futuri Programmi di sviluppo rurale 2014-2020, le misure forestali concorrono principalmente al perseguimento delle priorità 4 e 5 individuate dalle politiche UE (Priorità 4 "Preservare, ripristinare e valorizzare gli ecosistemi dipendenti dall'agricoltura e dalle foreste"; Priorità 5 "Incoraggiare l'uso efficiente delle risorse e paesaggio a un'economia a basse emissioni di carbonio e resiliente al clima nel settore agroalimentare e forestale").

Pur persistendo anche per la prossima programmazione tutte le difficoltà di contesto che finora hanno limitato

l'attuazione delle misure forestali nei PSR italiani e, di conseguenza, anche il raggiungimento degli obiettivi strategici (nazionali e regionali) programmati, il periodo di programmazione 2014-2020 propone interessanti opportunità per poter (forse finalmente) dare spazio a quelle potenzialità inesprese che vengono da anni riconosciute alla risorsa e al settore forestale italiano.

2. Le misure forestali nella programmazione 2007-2013: un'opportunità nuovamente mancata

L'evoluzione del periodo di programmazione 2007-2013 ha visto molti degli interventi forestali previsti dai PSR faticare nel trovare un'efficace attuazione rispetto alle aspettative di inizio programmazione. In particolare alcune misure innovative come la 224 (pagamenti Natura 2000) e la 225 (pagamenti silvoambientali) sono rimaste quasi completamente inesprese anche per la mancanza, rispettivamente, dei Piani di gestione delle aree Natura 2000 e, almeno inizialmente, di chiare baseline nazionali di riferimento per gli interventi silvoambientali proposti dalla misura 225. Se si guarda poi la quota di risorse finanziarie destinata dai PSR alle misure forestali rispetto al budget di spesa complessivo programmato, si nota che è passata dall'iniziale 14,34% (2.381 milioni di euro) al 12,06% di fine programmazione (2.117 milioni di euro), a testimonianza di un progressivo trasferimento di risorse dai temi forestali verso interventi destinati al settore agricolo e/o con maggiori capacità di spesa (Fig. 1). Analizzando l'avanzamento di spesa al 31 ottobre 2014, l'attuazione finanziaria delle misure forestali risulta più bassa (63,8%) della media di avanzamento dei PSR nel suo complesso (73,5%). Le risorse spese hanno raggiunto poco meno di 550.000 ettari di proprietà forestali, su una superficie nazionale di 11 milioni di ettari. Il livello di spesa sul programmato si rivela disomogeneo a livello nazionale e molto differenziato tra le Regioni. Alcune di queste, per le sole misure forestali (122, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227), hanno raggiunto livelli di spesa dell'80%, mentre altre si sono fermate anche al solo 40%. Stessa diversità si riscontra nel grado di attuazione delle singole misure. Una misura "classica" come la 221 (Primo imboscamento di terreni agricoli), che viene da sempre considerata forestale anche se trova attuazione sui terreni agricoli, mostra una spesa superiore al 78% grazie anche all'effetto dei trascinamenti per il pagamento degli impegni assunti con le passate programmazioni; trascinamenti che pesano per oltre il 70% sulle risorse spese. Misure "giovani", come la 222 (Primo impianto sistemi agroforestali) o la già citata misura 224, al contrario, mostrano avanzamenti di spesa molto modesti (se non trascurabili), nonostante l'elevata valenza strategica degli interventi che avrebbero consentito di realizzare (Tab. 2). Sovrapposizione o lacune di competenze e di normative, difficoltà procedurali, mancanza di informazione e assenza di una "regia" nazionale forte sul tema forestale sembrano aver influito notevolmente su questa condizione. Proprio la frammentazione delle competenze e dei ruoli in materia forestale, sia a livello nazionale che poi regionale, sembra aver giocato un ruolo determinante nel percorso di programmazione-attivazione-implementa-

zione delle misure nei PSR regionali. La mancanza di un quadro omogeneo di riferimento e indirizzo a livello di Stato membro Italia, in cui le Regioni avrebbero potuto riconoscersi e proporsi, ed entro cui avrebbero dovuto calare i propri interventi, ha determinato incertezze procedurali e un avanzamento finanziario e fisico delle misure a macchia di leopardo, determinando non solo gli scarsi risultati attuativi sinora registrati, ma anche una rappresentanza disarticolata in ambito comunitario sull'attuazione di una strategia nazionale.

3. Il "Quadro nazionale di riferimento e indirizzo per le misure forestali 2014-2020"

Al fine di evitare il ripetersi di tale stasi attuativa per la nuova programmazione ormai alle porte, il Gruppo di Lavoro "Foreste" della Rete Rurale Nazionale, in collaborazione con le Regioni e con il supporto dell'Osservatorio Foreste dell'INEA, ha proposto la redazione di un "Quadro nazionale di riferimento e indirizzo per le misure forestali 2014-2020" avente lo scopo di creare una base comune per tutte le regioni italiane impegnate a programmare le misure forestali della prossima programmazione. Nell'ultimo anno si è quindi lavorato alla predisposizione di uno strumento strategico e di indirizzo per cogliere la volontà, manifestata da diverse amministrazioni regionali, di coordinare e supportare maggiormente a livello nazionale, nel rispetto delle competenze e della vigente normativa, l'attivazione regionale delle Misure forestali previste dal Reg. FEASR 2014-2020. Il Quadro, che ha trovato un'intesa in sede di Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato le Regioni e le Province autonome di Trento e Bolzano il 27 novembre scorso, individua nell'ambito delle opportunità promosse dalla nuova programmazione i principali interventi da finanziare nei PSR per supportare una corretta gestione e una efficace valorizzazione dei boschi nazionali, prestando particolare attenzione all'erogazione di servizi utili ai proprietari e gestori di boschi, agli operatori della filiera foresta-legno e alla collettività. Il Quadro impegna le Regioni a promuovere e diffondere, nell'ambito dei propri PSR, tra le altre cose, la Gestione Forestale Sostenibile (GFS - secondo i criteri di Helsinki 1993), e la redazione dei Piani di Gestione forestali o strumenti equivalenti per le superfici forestali di proprietà pubblica e privata al fine di garantire un'azione organica e coerente su tutto il territorio nazionale e rispondere alle osservazioni presentate dalla Corte dei conti europea¹.

In particolare gli obiettivi del Quadro nazionale sono:

- individuare uno strumento condiviso e unitario che rappresenti nell'ambito dell'Unione europea la realtà forestale dello Stato Membro Italia, al fine di evitare sperequazioni nell'approvazione degli interventi

¹ European Court of Auditors: Preliminary observations (pursuant to Art. 287(4), second subparagraph TFEU) Support for the improvement of the economic value of forest from the European Agricultural Fund for Rural development.

forestali regionali attivabili nell'ambito dello sviluppo rurale 2014-2020;

- offrire un supporto tecnico-operativo alla programmazione FEASR coordinatamente agli orientamenti strategici nazionali ed europei e agli impegni internazionali sottoscritti dall'Italia, per:

- semplificare le procedure di approvazione, attivazione e attuazione delle Misure forestali;
- migliorare l'efficacia degli interventi delle Misure forestali;
- accrescere l'efficienza di spesa delle Misure forestali;
- dare piena attuazione alla politica forestale nazionale definita nel Programma Quadro per il Settore Forestale;
- supportare le AdG nella notifica delle Misure forestali nell'ambito dello sviluppo rurale 2014-2020, al fine di agevolare gli aspetti procedurali legati all'applicazione degli articoli 107, 108 e 109 TFUE al sostegno allo sviluppo rurale e, in particolare, alle misure non rientranti nell'ambito dell'articolo 42 del trattato;
- migliorare l'azione di monitoraggio degli interventi realizzati con il cofinanziamento dello sviluppo rurale al fine di poter coordinare le azioni di controllo e valutare omogeneamente gli impatti e i risultati delle azioni intraprese.

La costruzione del Quadro si è basata sulle disposizioni contenute nei regolamenti per il periodo di programmazione 2014-2020 e sull'esperienza operativa e procedurale maturata per gli interventi forestali da ogni singola realtà regionale nelle precedenti programmazioni (2000-2006 e 2007-2013). Il Quadro non intende (né può) modificare la normativa di settore vigente, ma individua per la programmazione di sviluppo rurale 2014-2020 tutti quegli interventi potenzialmente attivabili sul territorio nazionale dai singoli PSR per le diverse

Misure forestali e di interesse forestale. Non rappresenta, pertanto, uno strumento vincolante per le Regioni, ma uno strumento di riferimento nazionale a supporto della programmazione FEASR per una più snella, efficace ed efficiente attuazione e implementazione delle misure forestali sul territorio nazionale.

Attraverso il Quadro, dunque, la programmazione regionale per lo sviluppo rurale, sulla base delle proprie necessità ed esigenze settoriali e territoriali, ha la possibilità di individuare gli interventi da utilizzare per realizzare una corretta gestione e una efficace valorizzazione dei boschi nazionali. Ciò permetterebbe, inoltre, un'azione coordinata e omogenea nel dare piena attuazione alla politica forestale nazionale definita nel PQSF e per poter individuare positive sinergie tra le risorse comunitarie di cofinanziamento disponibili per il periodo di programmazione 2014-2020 (Fondi FEASR, FESR, FSE, FEAMP), coerentemente con la strategia proposta dall'Accordo di partenariato Nazionale (AdP).

Non uno strumento vincolante, dunque, ma un documento guida che, in più, intende supportare le amministrazioni regionali facendo chiarezza fra le disposizioni dei molteplici strumenti di regolamentazione comunitaria e nazionale vigenti sui temi forestali e dello sviluppo rurale.

Le AdG regionali, infatti, avranno comunque piena facoltà di costruire e negoziare autonomamente ogni ulteriore intervento non previsto nel Quadro che risultasse necessario per le peculiari caratteristiche regionali e locali.

Il Quadro è consultabile sul sito della Rete rurale nazionale al seguente link:

<http://www.reterurale.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/14582>

Tabella 1. Misure di interesse forestale previste dal Regolamento FEASR 2014-2020. Collegamento fra le azioni di interesse forestale nelle programmazioni FEASR 2007-2013 e 2014-2020.

<i>Riferimento art. Reg. CE n. 1305/2013 e nuovi codici di misura</i>	<i>Tipologia di Azione /Misura 2014-2020</i>	<i>Collegamento Misure 2007-2013</i>
“SET” MISURE FORESTALI		
art.21 (cod. 8)	Investimenti nello sviluppo delle aree forestali e nel miglioramento della redditività delle foreste	
art.22 (cod.8.1)	Forestazione e imboschimento	221-223
art.23 (cod.8.2)	Allestimento di sistemi agroforestali	222
art.24 (cod.8.3 e 8.4)	Prevenzione e ripristino delle foreste danneggiate da incendi, calamità naturali ed eventi catastrofici	226
art.25 (cod.8.5)	Investimenti diretti ad accrescere la resilienza e il pregio ambientale degli ecosistemi forestali	225-227
art.26 (cod.8.6)	Investimenti in tecnologie silvicole e nella trasformazione, mobilitazione e commercializzazione dei prodotti delle foreste	122-123-124
ALTRE MISURE FORESTALI		
art.30 (cod.12)	Indennità Natura 2000 e indennità connesse alla direttiva quadro sull'acqua	224
art.34 (cod.15)	Servizi silvo- climatici- ambientali e salvaguardia delle foreste	225

(Segue Tabella 1)

ALTRE MISURE DI INTERESSE PER IL SETTORE FORESTALE		
art.14 (cod.1)	Trasferimento di conoscenze e azioni di informazione	111-331
art.15 (cod.2)	Servizi di consulenza, di sostituzione e di assistenza alla gestione delle aziende agricole	115-116
art.17 (cod.4)	Investimenti in immobilizzazioni materiali	122-123-124-125-227
art.19 (cod.6)	Sviluppo delle aziende agricole e delle imprese	311-312
art.20 (cod.7)	Servizi di base e rinnovamento dei villaggi nelle zone rurali	321-322-323-313
art.27 (cod.9)	Costituzione di associazioni e organizzazioni di produttori	124-123
art.35 (cod. 16)	Cooperazione	124

Tabella 2. Andamento della spesa a livello nazionale per le misure forestali al 31/10/2014.

Misure	122	221	222	223	224	225	226	227
Spesa pubblica su programmato a livello nazionale	57,1%	79,0%	0,8%	34,9%	4,1%	49,7%	64,3%	49,8%

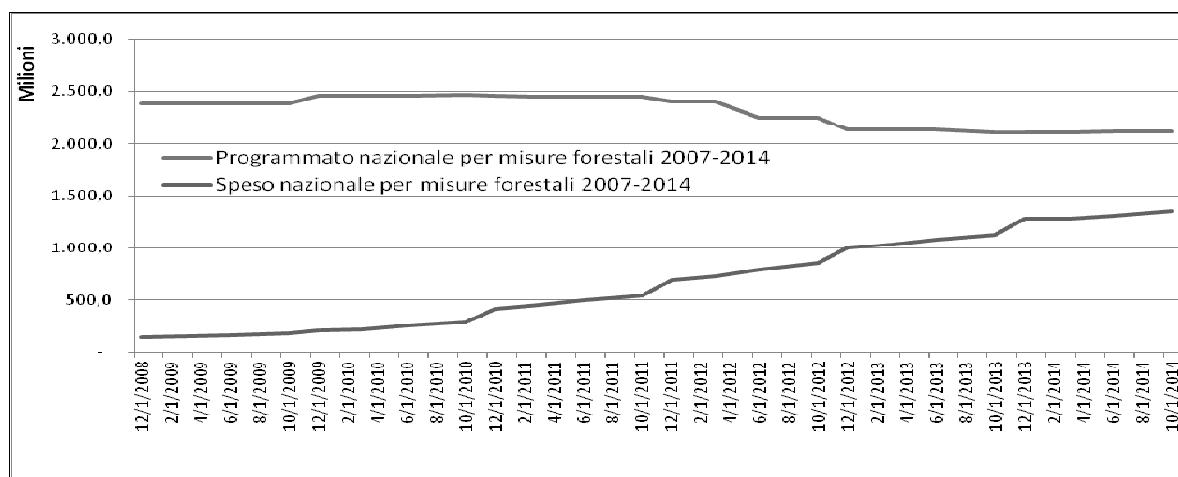


Figura 1. Andamento delle risorse spese e programmate dai PSR delle regioni italiane al 31/10/2013 per le misure e gli interventi di più stretto interesse forestale (122, 123, 124, 125, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227).

SUMMARY

Forest policy in Italy: a niche theme or a real opportunity for an integrated development of the Country? Weaknesses, opportunities and tools at the threshold of the 2014-2020 programming period

In the last 30 years forest matters have been largely neglected by Italian policies. The only attention given to forestry in this long time, actually, comes from the adoption at the Italian level of international commitments and regulations that, at least in part, concern forest themes (i.e. Policies related to climate change policies, Agriculture, energy, biodiversity & landscape conservation etc.). Apart from this, forest themes have never been considered in an holistic and comprehensive way by Italian policies. Also in consideration of this fact, at the threshold of the 2014-2020 programming period

of EU funds, the third of the new millennium, the Italian national forest policy keeps on remaining out of the process of definition of the strategies outlined by the Country to ensure efficacy and efficiency in the use of EU structural funds (EAFRD, ERDF, ESF). This absence generates, evidently, the risk of missing an important chance for the development of the national forest sector itself and for the integrated growth of the rural areas of the Country.

This contribution analyses the role attributed to Italian forests and to the related economic sector in the definition both of the Partnership agreement (the strategic paper for the EU 2014-2020 funds programming process) and of the national and regional programming process of Rural development policy (RDP). This latter, in particular, has represented the only policy giving attention to the Italian forestry in the last decades (even if in a disarticulated and discontinuous way) and the

only policy concretely contributing to the implementation of the national forestry strategy as defined in 2008 by the National Framework Programme for the Forestry Sector (PQSF).

BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

- Cesaro L., Romano R., Zumpano C., 2013 – *Foreste e Politiche di sviluppo rurale: stato dell'arte, opportunità mancate e prospettive strategiche in Analisi e approfondimenti sul post 2013*. Quaderno 1 - Analisi e approfondimenti Inea sul post 2013, Roma.
- Cesaro L., Romano R., 2008 – *Politiche forestali e sviluppo rurale: situazione, prospettive e buone prassi*. Quaderno n. 1, Osservatorio Foreste INEA.
- Marandola D., Romano R., Cesaro C., 2012 – *Le foreste nelle politiche di sviluppo rurale: evoluzione e prospettive post 2013*. In: *Foreste e Sviluppo Rurale, Rete Rurale Magazine*. A cura di: Verrascina M. e Romano R., Numero 3, marzo 2012, pp. 14-17.
- PQSF, 2008 – *Programma Quadro per il Settore Forestale*. A cura di: Romano R., Cilli S., Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali.
- Romano R., Marandola D., Cesaro L., Marchetti M., 2012 – *Forest policy in Europe and 2020 scenarios: between sustainability and rural development*. Italian Journal of Forest and Mountain Environments, 67 (3): 221-236.
<http://dx.doi.org/10.4129/ifm.2012.3.01>
- Romano R., Marandola D., 2012 – *Risorse forestali nello sviluppo rurale 2014-2020. Nuove opportunità e vecchie esigenze*. Sherwood - Foreste ed Alberi Oggi, 182.
- Romano R., Cilli S., 2009 – *Impatto delle misure forestali nello sviluppo rurale 2007-2013*. In: *Atti del Terzo Congresso Nazionale di Selvicoltura, Taormina (ME), 16-19 ottobre 2008*. Accademia Italiana di Scienze Forestali, p. 1141-1148.

EFFICIENCY OF AGRO-FORESTATION SUBSIDIES TOWARDS ITALIAN FARMS

Nicola Galluzzo¹

¹Associazione Studi Geografico-Economici delle Aree Rurali, Rieti; asgear@libero.it

Since the early 1990s, the European Union (EU) has financed lots of measures aimed at promoting agro-forestry activities on farms and through the MacSharry's reform it has put in place actions with the predominant purpose of changing the European agricultural production model. To evaluate the role and impact of the subsidies allocated by the Common Agricultural Policy (CAP) towards farmers, the European Union has set up a survey, called Farm Accountancy Data Network (FADN) which is the main source of microeconomic data in a sample of European farms. It has been able to assess several aspects about the impact of the Common Agricultural Policy. The main goal of this analysis was to investigate in a quantitative approach the efficiency of agro-forestation subsidies allocated by the EU over the period 2000-2011. The methodology has used a non-parametric model, Data Envelopment Analysis (DEA), applied to different types of farms pivotal to estimate technical, economic and allocative efficiency. Italian farms have been stratified in function of their orography, their size of surface, technical cluster. The findings have pointed out that Italian farmers have partially used interventions of agro-forestry, showing a great diversity in technical efficiency during the period of observation. The orography and the farm size have had a significant impact on technical efficiency and allocative efficiency.

Keywords: Common Agricultural Policy, rural areas, FADN, Data Envelopment Analysis.

Parole chiave: Politica Agricola Comunitaria, aree rurali, RICA.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-ng-eff>

1. Introduction

During the last 10 years in the XX century the role of primary sector is completely changed as a consequence of a new function of the countryside; in fact, people have stimulated it in order to protect the environment and in getting better socio-economic standard living conditions in rural space. Thus, the agriculture has shifted from a productivist model towards a post productivist model (Ilbery, 1998) characterized by specific features, intrinsic and extrinsic values both in terms of agricultural production and also in terms of ecological activity throughout the promotion of multifunctionality (Galluzzo, 2009; Galluzzo, 2010).

The foremost effect is to assign towards agriculture a compelling function of public good able to cope and peg lots of positive externalities with the ambition to reduce the marginalization of rural territories in many European countries (Galluzzo, 2012a).

The main consequences of this transition model in the primary sector have been a growth of awareness by public institutions to protect the rural space giving financial funds and subsidies aimed at reducing agricultural over-productions through actions such as afforestation and diversification in the primary sector.

The second pillar of the Common Agricultural Policy has defined some principles to improve the rural development through the multifunctionality, that implies for farmers planning and putting into practice different activities in order to protect the rural space both in

environmental terms and also in socio-economic terms, with the consequence to increase the sense of belonging to a rural community and not to be excluded by processes of local governance (O'Hara, 1998). In the same time the main role of rural development has been to better general living conditions in rural and in urban areas, both satisfying local needs (Wilson and Whitehead, 2012) and also allowing an holistic protection against climate change, by afforestation, in a new model of integrated and endogenous development in the countryside specifically after the reinforcement of rural and environmental issues due to the transition in an agricultural post productivist model (Heley and Jones, 2012).

In particular, the agro-forestation, by different actions put into place since the 1990s by the European Union, has produced positive impacts on the transition from an agrarian productivist model to a post-productivist one, reducing negative effects of overproduction and changing or rather reshaping the countryside landscape in many Italian regions as well with the diffusion in the last 20 years of afforested surfaces in small plane areas and in hilly territories (Galluzzo, 2012b), improving the level of financial subsidies (Camaioni and Sotte, 2009).

In Italy since the 1990s there has been an increase of funds allocated by the European Union to promote the afforestation in particular in rural stayed behind rural areas where strips of arboreous crops have been fundamental both in agrarian hydraulic systems and also in the consolidation of slopes, becoming typical elements of

Italian traditional agricultural landscape of plain and upland territories (Sereni, 2010). During the last 20 year time, there has been an increase of funds allocated by the European Union, which have increased from 251 million of euro, over the late 1990s, to 1,635 million allocated during the time 2000-2006; in these last 7 years (2007-2013) the total assigned funds has been 2,430 million of euro even if the 22% of this amount is specifically allocated to finance the long-time measures carried out in the early 1990s in order to put into action measures of reforestation (Vagnozzi and Giarè, 2000; Cesaro, 2002; Pettenella, 2009). In order to assess the impact of financial subsidies and supports allocated by the European Union aimed at promoting reforestation we have used quantitative methods focused in a medium term of 12 years during two seven year time of implementation of regional Rural Development Plans (2000-2006 and 2007-2011) using the Farm Accountancy Data Network (FADN) database. In this case one has taken into account as variable the financial supports paid in favour of reforestation measures and financial aids specific to the Rural Development in order to estimate their impact both in function of the orography of farms and also in function of their size in terms of the Utilizable Agricultural Surface and in function of predominant technical productive system (Galluzzo, 2013). The need to evaluate an integrated efficiency, tightly correlated both to the measures aimed at supporting rural development and also towards some actions specifically dedicated in favour of agro-forestry found in the FADN a unique unified and consistent database in all different member states of the EU particularly after the increase in the financial funds allocated by the European Union over the time 2000-2006 and in the subsequent seven year time 2007-2013 (Marongiu *et al.*, 2012).

2. Aim of the research

The main purpose was to estimate in a quantitative input oriented model whether the efficiency of farms has been influenced by subsidies paid to implement rural development some of them specifically devoted to agro-forestry.

The next stage was to stratify Italian farms belonging to the FADN sample in function of their orography, size of surface and productive technical system (OTE) such as: farms specialized in sowable land, farms specialized in fruit and vegetables, farms specialized in permanent crops, farms specialized in herbivorous breeding, farms specialized in granivorous breeding, farms with arboreous and herbaceous crops, farms with mixed animal breeding and crops.

The analysis took into account the net income and costs arising from the farm activity (Marongiu *et al.*, 2012) considering the utilizable agricultural surface (UAS), in terms of land capital plus investments on it, input in terms of financial funds allocated by the European Union (Veveřis *et al.*, 2007) and also by the second pillar of the CAP utilizing specific measures in favor of reforestation in limited portion of the Italian agricultural surface.

3. Methodology

There are two approaches to assess the efficiency: a parametric or deterministic approach, which needs a function of production and other parametric variables, and a non-parametric model or DEA, that stands for Data Envelopment Analysis (Farrell, 1957) aimed at defining in function of the distance from the frontier of an hypothetical function of production an index of technical inefficiency (Bielik and Rajcaniova, 2004; Forsund *et al.*, 1980; Bauer, 1990).

In the non-parametric model deviations from the frontier of function are caused by inefficiencies and they are not connected to errors (Bojnec and Latruffe, 2007). The technical efficiency is described as the capabilities of farms to maximize the output minimizing the used inputs or vice versa in function of the constraints in the business choices in terms of disposable input or output even if the results in these two approaches are similar (Bojnec and Latruffe, 2007). According to many authors, the model of quantitative analysis and estimation of the efficiency is tightly linked to a specific frontier of production or rather to a parametric function of production (Farrell, 1957; Charnes *et al.*, 1978; Battese, 1992; Coelli, 1995). In this paper the efficiency has been estimated by a non-parametric input oriented model, called Data Envelopment Analysis (DEA), applied to a constant return to scale using the software PIM-DEA.

The non-parametric linear model throughout the Data Envelopment Analysis was introduced for the first time in 1978 (Charnes *et al.*, 1978) and it is useful in estimating the relative efficiency in each Decision Making Units based on a different combination of inputs and outputs (Hadad *et al.*, 2007) with the aim of minimizing input used (Doyle and Green, 1994).

The next stage of the quantitative analysis has utilized a multiple regression model, estimating the parameters by Ordinary Least Square, with the purpose to investigate if some independent variables such as total costs, subsidies allocated by the EU and the total agricultural surface have acted on the dependent variable such as woodland surface and produced output of farmers. The estimation of the parameters has used the open source software GRET 1.8.6. In its algebraic form of matrix, the multiple regression models can be so expressed (Verbeek, 2006; Asteriou and Hall, 2011; Baltagi, 2011):

$$y = X\beta + \varepsilon \quad (1)$$

where y is a dependent variable, β are parameters and ε is the error but both are vectors with n -dimensions X is an independent variable which has dimension $n \times k$.

4. Results and discussion

The analysis of historic data, published on the European website of Farm Accountancy Data Network, in the semilog multiple regression model has outlined as the dependent variable afforested surface has been correlated in a direct way with the independent varia-

bles total subsidies allocated by the EU to implement rural development, the economic size, the diffusion and cultivation in Italian farms of permanent crops and last but not least financial supports able to promote the rural development in the countryside (Tab. 1). The subsidies in favour of actions about the agro-environment protection scheme do not have any impact on the diffusion of agroforestry surfaces in all analyzed farms in the FADN sample.

The quantitative model has pointed out an inverse correlation between the inputs used in the production process and the subsidies and financial funds paid in favour of disadvantaged areas; this underlines as a large proportion of agro-forested areas have predominately located and scattered in lowland areas than in upland territories which in general are characterized and covered enough with natural woodland and agro-forested areas. These later therefore need of specific financial supports in order to ensure a correct development and a persistence over the time as well. The linear regression model using the FADN time series pointed out that the output obtained in Italian farms, which have implemented and put into actions measures of rural development correlated to the agroforestry has been positively affected by the subsidies allocated by the European Union in favour of disadvantaged areas, the total income of farmers and by the utilizable agricultural areas (Tab. 2). A negative correlation in the multiple regression model has been found out between the dependent variable produced output and the total subsidies and financial supports paid by the second pillar of the CAP in order to promote and/or implement rural development.

The analysis of the average efficiency in the 19 Italian regions was lower than the value of 100% and the average value of efficiency was equal to 69.35% and only some Italian regions such as Campania, Lombardia and Marche have stressed a value of efficiency near to that value; Molise, Sardegna, Umbria and Trentino have showed the lowest values (Fig. 1).

The analysis of cost efficiency and allocative efficiency has pointed out values much lower than the optimal value equal to 100% and in all the Italian regions the average value is 51.19% and 71.13% for cost efficiency and allocative efficiency demonstrating a greater value in allocative efficiency than in the cost efficiency. Italian regions with the best results in terms of allocative efficiency have been Veneto, Molise and Liguria, while the worst performance has been achieved in Alto Adige and Friuli Venezia Giulia (Fig. 2).

The best values of economic efficiency have been found in one region located in the north of Italy (Lombardia) and in another one located in the south (Campania), while the worst performance has been pointed out in Alto Adige, Trentino and Friuli Venezia Giulia (Fig. 2). At the level of distribution it is possible to highlight how farms belonging to the FADN dataset with an efficiency equal to 100% have been one-third of the total sample with the majority of farms placed below the optimum value even if the average level of economic efficiency has had lower values than the overall technical efficiency and alloca-

tive one. Regarding the allocative efficiency, the results have been more flattering to the economic one with over 60% of the sample above the 60% and 20% at a level of efficiency equal to 100%. For the economic efficiency and allocative efficiency less than 10% of the sample has been placed on values of 100% and most of the farms stood at a level below 60%.

A quantitative correlation between economic efficiency and allocative one has pointed out a direct correlation equal to 0.73 with a $p < 0.001$.

The analysis of efficiency in function of orographic location of farms has underlined as the best results are in some of them located in upland and plane areas (Fig. 3). The analysis of efficiency refers to the size of farm, in terms of utilizable agricultural surface (UAS), has showed as farms under 5 hectares have values of overall efficiency equal to 100%. Some farmers with an extension of UAS between 5 and 10 hectares have pointed out values no efficient; farms with a size above 50 hectares of UAS have pointed out in several years level of general efficiency equal to 100%. The analysis of the efficiency in function of the predominant technical productive system (OTE) has shown that the best results have been related to horticultural technical productive system and herbaceous cultivations which have stressed only in one year a value of efficiency lower than 100%. Farms belonging to the OTE with breeding predominately made by herbivorous animals have showed only in 7 years out of 10 a value of efficiency equal to 100%.

5. Conclusion

The FADN dataset allows to have multiple, pivotal findings and information on CAP and specifically about the agroforestation actions arranged by local regional authorities in order to implement the Rural Development Plan in two seven year time of investigation carried out in this research. However, dataset has underlined as the most actions have concentrated in plain areas and hilly ones, which have involved only a small percentage of new farmers, because of the mainly percentage of agroforestation actions started in the early 1990s have drained an awful lot of financial supports allocated by the European Union in the former RDPs in terms of dragging effects in favour of farmers. The goodness of afforestation actions is corroborated by the increase in funds provided in regional budget addressed to implement agro-forestation in a new perspective of respecting the focus area of biodiversity and other priorities defined for the next seven year time of the Rural Development Plan 2014-2020.

Summing up, it should be desirable encouraging a greater participation approach between all stakeholders in the supply chain during the development phase of Rural Development Plan, shortening and streamlining the bureaucratic aspects giving priority in favour future prospects and features of intervention where high are levels of territorial capital, which in connection with the social capital, local knowledge and shared skills might implement to a rural

district in order to produce niche products instead of woods or other sources of biomasses in particular in areas where are located the oldest farms which have

decided 20 years ago to be forerunners, putting into action the earliest measures of agro-forestry and becoming nowadays the mentor for young farmers.

Table 1. Main results of the multiple regression model. Dependent variable woodland areas (Source: our elaboration on data http://ec.europa.eu/agriculture/rca/database/database_en.cfm).

<i>Independent variables</i>	<i>Coefficient</i>	<i>Standard error</i>	<i>t value</i>
Constant	8.6297	4.1191	-2.10 *
Ln total inputs	-1.0042	0.0494	-20.31 ***
Ln farm net income	0.2251	0.0188	11.91 ***
Ln total assets	0.9846	0.2607	3.78 ***
Ln total subsidies	0.0760	0.0365	2.06 *
Ln other crops	0.2410	0.0994	2.42 **
Ln environmental supports	-0.3799	0.3416	-1.11
Ln less favoured areas supports	-0.2347	0.1030	-2.30 **
Ln total supports II pillar CAP	0.8578	0.4304	1.99 *
Permanent crops	2.5606	0.1195	21.42 ***
Economic size	0.0058	0.0010	5.52 ***

* denotes significance at 10% level; ** denotes significance at 5 % level; *** denotes significance at 1%.

Table 2. Main results of the multiple regression model. Dependent variable produced output (Source: our elaboration on data http://ec.europa.eu/agriculture/rca/database/database_en.cfm).

<i>Independent variables</i>	<i>Coefficient</i>	<i>Standard error</i>	<i>t value</i>
Constant	1,095.8	2,050.4	0.53
Less favoured areas supports	28.965	4.3740	6.61 ***
Rural development funds	-11.669	1.6707	-6.98 ***
Farm income	1.5004	0.0851	17.60 ***
Utilisable agricultural areas	1,236.1	228.9	5.39 ***

*** denotes significance at 1%.

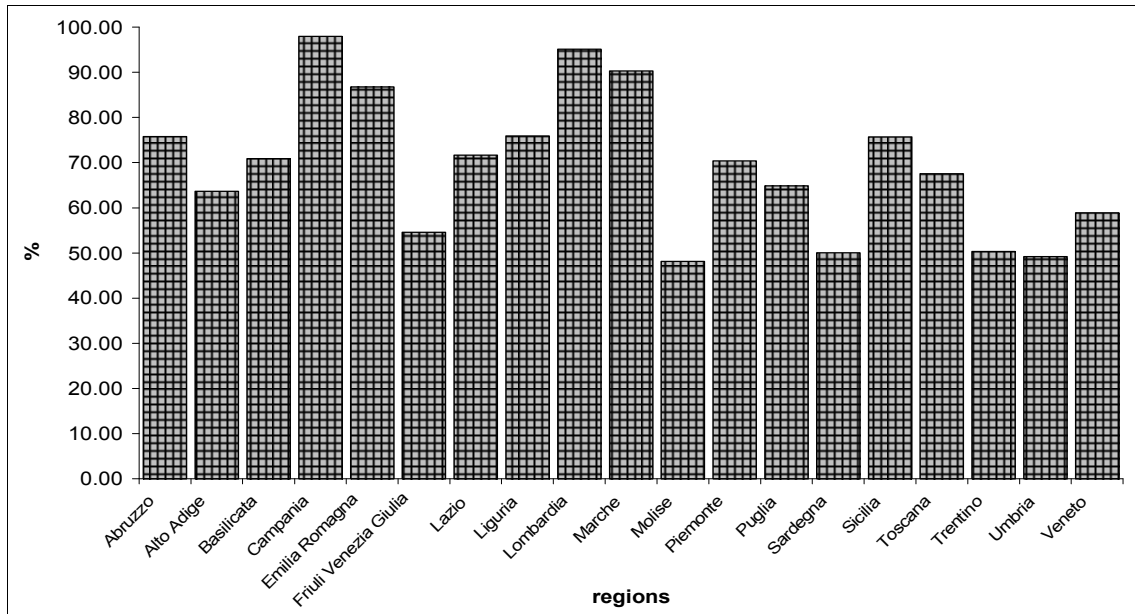


Figure 1. Different level of average efficiency in all Italian regions (Source: our elaboration on data Rica Italia Inca).

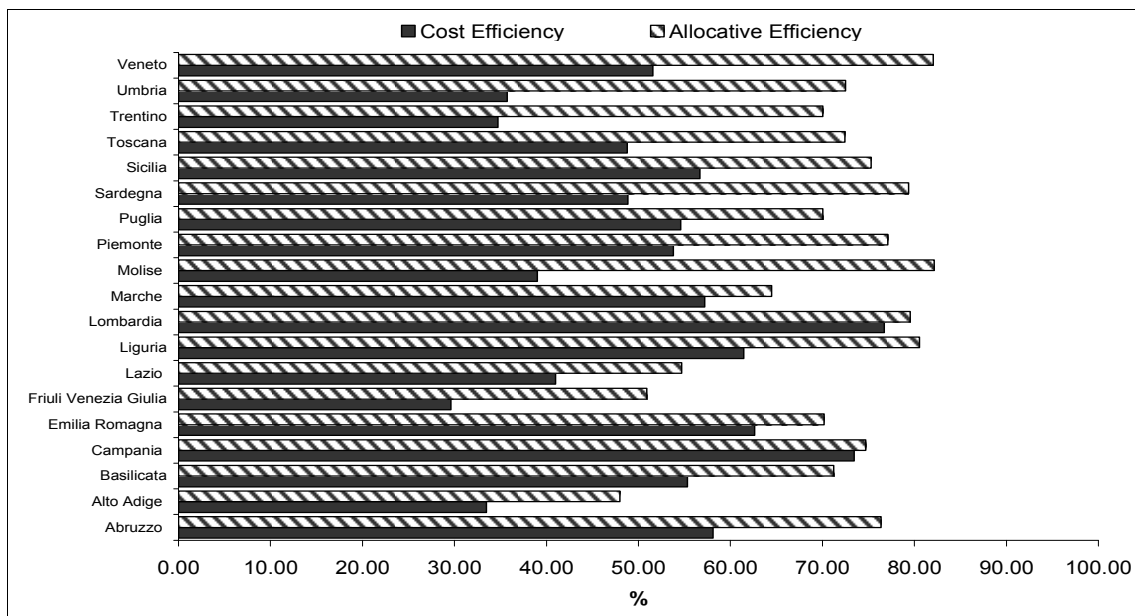


Figure 2. Average of economic and allocative efficiency in all Italian regions over the time 2000-2011 (Source: our elaboration on data Rica Italia Inca).

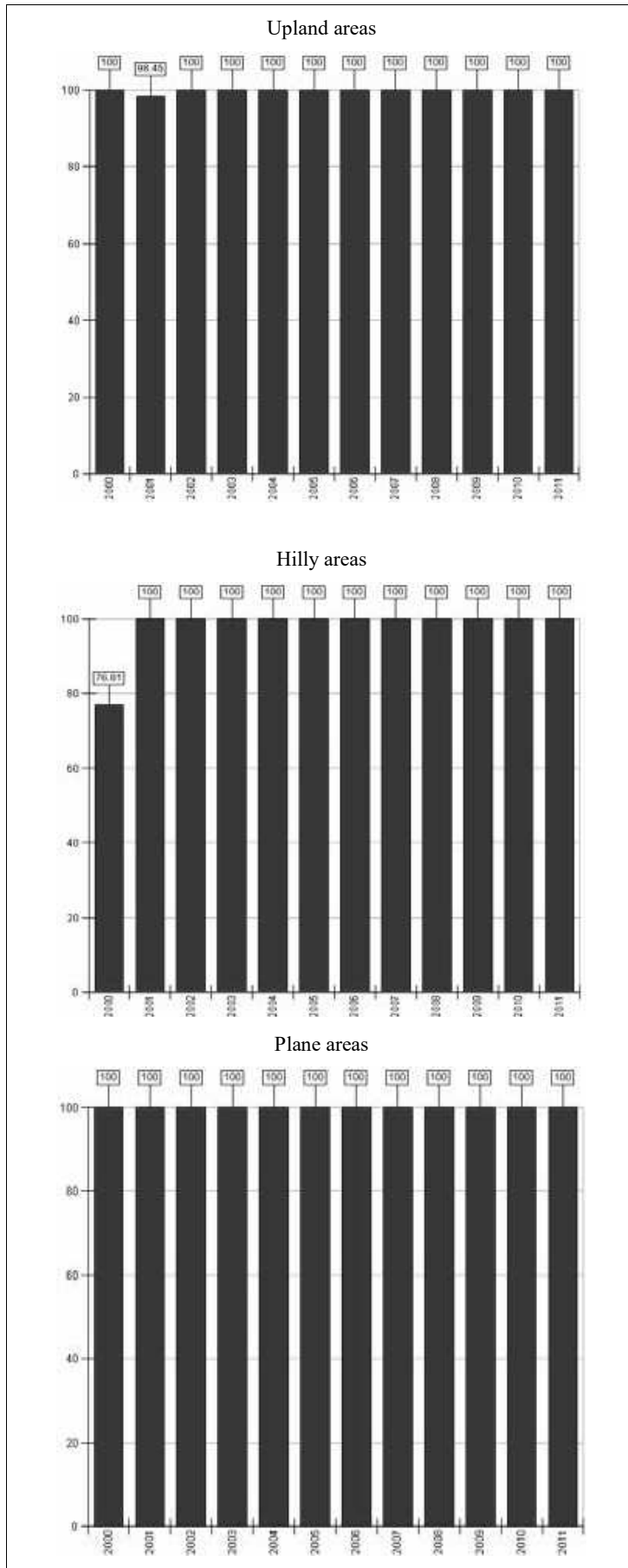


Figure 3. Evolution over the time of efficiency in function of the orography of farms belonging to FADN sample (Source: our elaboration on data Rica Italia Inea).

RIASSUNTO

Efficienza dell'agro-forestazione nelle imprese agricole italiane

Fin dai primi anni 1990, l'Unione Europea (UE) ha finanziato molteplici misure volte a promuovere le attività agro-forestali nelle aziende agricole e attraverso la riforma del MacSharry ha cambiato il modello produttivo agricolo europeo.

Per valutare il ruolo e l'impatto dei sussidi stanziati dalla Politica Agricola Comunitaria (PAC) verso gli agricoltori, l'Unione europea ha istituito un'analisi campionaria, denominata Rete di Informazione Contabile Agricola (RICA), che è la principale fonte di dati micro-economici per studiare le aziende agricole europee, valutandone alcuni aspetti della Politica Agricola Comunitaria.

L'obiettivo principale dell'analisi è stato quello di indagare con un approccio quantitativo l'efficienza dei sussidi erogati con gli interventi di agro-forestazione nel periodo 2000-2011 nei confronti delle aziende agricole.

La metodologia ha utilizzato un modello non-parametrico, definito *Data Envelopment Analysis* (DEA), al fine di valutare l'efficienza tecnica, economica e allocativa dei contributi erogati alle imprese agricole del campione. Le aziende italiane sono state stratificate in funzione della loro orografia, delle loro dimensioni in termini di superficie agricola e del loro ordinamento tecnico-produttivo.

I risultati hanno evidenziato come gli agricoltori italiani abbiano utilizzato in maniera tecnicamente efficiente i sostegni a favore dell'agro-forestazione, anche se permane una significativa diversità in termini di efficienza tecnica tra le regioni italiane.

L'orografia e la dimensione agricola, in termini di superficie aziendale coltivabile, hanno avuto un impatto significativo sulla efficienza tecnica complessiva e sulla efficienza allocativa.

REFERENCES

- Asteriou D., Hall S.G., 2011 – *Applied Econometrics*. Palgrave Macmillian, New York.
- Baltagi B.H., 2011 – *Econometrics*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg. <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-20059-5>
- Battese G.E., 1992 – *Frontier production functions and technical efficiency: a survey of empirical applications in agricultural economics*. *Agricultural Economics*, 7: 185-208. [http://dx.doi.org/10.1016/0169-5150\(92\)90049-5](http://dx.doi.org/10.1016/0169-5150(92)90049-5)
- Bauer P.W., 1990 – *Recent Developments in the Econometric Estimation of Frontiers*. *Journal of Econometrics*, 46: 39-56. [http://dx.doi.org/10.1016/0304-4076\(90\)90046-V](http://dx.doi.org/10.1016/0304-4076(90)90046-V)
- Bielik P., Rajcaniova M., 2004 – *Scale efficiency of agricultural enterprises in Slovakia*. *Agric. Econ. Czech*, 50 (8): 331-335.
- Bojnec S., Latruffe L., 2007 – *Farm size and efficiency: the case of Slovenia*. Retrieved from: http://www.researchgate.net/publication/228653030_Farm_size_and_efficiency_the_case_of_Slovenia 20 December 2013.
- Camaioni B., Sotte F., 2009 – *I PSR in Italia, Stato di avanzamento e realizzazione*. In: *La politica di sviluppo rurale 2007-2013. Un primo bilancio per l'Italia*. Quaderni Gruppo 2013, a cura di F. Sotte, Col diretti, Roma, pp. 17-55.
- Cesaro L., 2002 – *Gli interventi forestali*. In: *Le politiche comunitarie per lo sviluppo rurale: il quadro degli interventi in Italia Rapporto 2001/2002*, a cura di (Gatto E., Mantino F., Murano R.) Inea, Istituto Nazionale di Economia Agraria, Roma, pp. 155-165.
- Charnes A., Cooper W.W., Rhodes E., 1978 – *Measuring the Efficiency of Decision Making Units*. *European Journal of Operational Research*, 2 (6): 429-444. [http://dx.doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](http://dx.doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8)
- Coelli T.J., 1995 – *Recent developments in frontier modelling and efficiency measurement*. *Australian Journal of agricultural economics*, 39 (3): 219-245.
- Doyle J., Green R., 1994 – *Efficiency and cross-efficiency in DEA: derivations, meanings and uses*. *Journal of the Operational Research Society*, 45:567-578. <http://dx.doi.org/10.1057/jors.1994.84>
- Farrell M.O., 1957 – *The measurement of productive efficiency*. *Journal of Royal Statistical Society*, 120 (3): 253-281. <http://dx.doi.org/10.2307/2343100>
- Forsund F.R., Lovell C.A.K., Schmidt P., 1980 – *A survey of frontier production functions and of their relationship to efficiency measurement*, *Journal of econometrics*, 13: 5-25. [http://dx.doi.org/10.1016/0304-4076\(80\)90040-8](http://dx.doi.org/10.1016/0304-4076(80)90040-8)
- Galluzzo N., 2009 – *Agriturismo e distretti per la valorizzazione delle aree rurali. Aspetti generali e applicativi su alcuni casi di studio*. Aracne editrice, Roma.
- Galluzzo N., 2010 – *Ruolo e funzione socio-economica dell'agricoltura italiana per la salvaguardia delle aree rurali*. Aracne editrice, Roma.
- Galluzzo N., 2012a – *Agroforestation and level of income in Italian rural areas: an analysis of multi-functionality in the rural development plan*. Book of abstract of the 1st Conference EURAF, Brussels, 9-10 October.
- Galluzzo N., 2012b – *Rural development and cooperation in agriculture: an essay to solve the marginalization of rural space*. Braille Gamma Srl, Citta-ducale.
- Galluzzo N., 2013 – *Agroforestation actions financed by the European Union and level of income in Italian rural areas*. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 19 (5): 903-911.
- Hadad Y., Friedman L., Hanani M.Z., 2007 – *Measuring efficiency of restaurants using the data envelopment analysis methodology*. *Computer modelling and New Technologies*, 11 (4): 25-36.
- Heley J., Jones L., 2012 – *Relational rurals: some thoughts on relating things and theory in rural studies*. *Journal of Rural Studies*, 28 (3): 208-217. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jrurstud.2012.01.011>
- Ilbery B., 1998 – *The geography of rural change*. Pear-

- son education limited, Harlow.
- Marongiu S., Cesaro L., Florian D., Tarasconi L., 2012 – *The use of FADN accounting system to measure the profitability of forestry sector*. L'Italia Forestale e Montana, 67 (3): 253-261.
<http://dx.doi.org/10.4129/IFM.2012.3.03>
- O'Hara P., 1998 – *Action on the ground: models of rural development practice*. Irish rural link, Galway.
- Pettenella D., 2009 – *Le nuove sfide per il settore forestale: mercato, energia, ambiente e politiche*. Quaderni Gruppo 2013. Edizioni Tellus, Roma.
- Sereni E., 2010 – *Storia del paesaggio agrario 18^a edizione*. Laterza, Bari.
- Vagnozzi A., Giarè F., 2000 – *Le misure di accompagnamento in Italia*. In: *Le politiche comunitarie per lo sviluppo rurale: verso la nuova programmazione 2000-2006*, a cura di Inea, Istituto Nazionale di Economia Agraria, Roma.
- Verbeek M., 2006 – *Econometria*. Zanichelli, Bologna.
- Veveris A., Leimane I., Krieviņa A., 2007 – *Efficiency analysis of agricultural sector in Latvia compared to other EU countries, based on FADN data*. Economic science for rural development, 12: 13-19.
- Wilson G.A., Whitehead I., 2012 – *Local rural product as a 'relic' spatial strategy in globalised rural spaces: evidence from County Clare (Ireland)*. Journal of Rural Studies, 28 (3): 199-207.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jrurstud.2012.01.003>

APPLICAZIONE DEL REGOLAMENTO EU/995/2010 IN ITALIA: IL SISTEMA DI *DUE DILIGENCE* LEGNOK

Massimiliano Rocco¹, Maria Rita Gallozzi²

¹Programma *TRAFFIC* (Trade Records Analysis of Flora and Fauna in Commerce) e Specie del WWF, Roma; m.rocco@wwf.it

²Area Tecnico-Operativa LegnOK, Milano

La nuova normativa europea è nata principalmente per ridurre i processi di deforestazione e per bloccare qualsiasi pratica di taglio illegale, avendo come obiettivo primario l'arresto dell'introduzione in commercio di legno illegale in tutta Europa. In questo ambito, il Regolamento EU/995/2010 (Regolamento EUTR o *Due Diligence* del legno) ha previsto la creazione di Organismi di Controllo che al loro interno istituiscono, applicano e monitorano Sistemi di Dovuta Diligenza. Conlegno (Consorzio Servizi Legno-Sughero) è una delle prime quattro *Monitoring Organization* (Organismi di Controllo) previste dal Regolamento riconosciute dall'Unione Europea, l'unica 100% *Made in Italy* ed ha il compito di aiutare le aziende ad applicare correttamente il Regolamento EUTR attraverso uno specifico Sistema di Dovuta Diligenza denominato LegnOK: uno dei modelli di *Due Diligence* del Legno fra i più affidabili e tecnicamente approfonditi attualmente esistenti, fondamentale per rendere trascurabile il rischio che il legno immesso in Europa sia di origine illegale. A tutte le aziende che adotteranno il Regolamento LegnOK verrà concesso in utilizzo, a seguito di una visita di qualifica, il Marchio LegnOK, registrato e riconosciuto a livello internazionale che potrà essere apposto su tutti i documenti di comunicazione o commerciali dell'azienda.

Parole chiave: contrasto irregolarità, EUTR, sistema di controllo, *Due Diligence*, legno legale, Italia, regolamento, deforestazione, marchio LegnOK, Europa, importazione, mercato del legno, commercio, imprese.

Keywords: contrast of irregularities, EUTR, control's system, due diligence, legal wood, Italian, regulation, deforestation, brand LegnOK, Europe, imported wood market, woodtrade, business.

Dal 19 Agosto 2013 La Commissione Europea riconosce Conlegno, Consorzio Servizi Legno Sughero, quale Organismo di Controllo, prima entità privata italiana legalmente stabilita nell'Unione ad essere riconosciuta a livello Europeo. Tale riconoscimento comporta il rispetto dei requisiti richiesti dall'art. 8 del Regolamento (UE) N. 995/2010, come ad esempio la valutazione periodica del Sistema di *Due Diligence* conferendo agli Operatori il diritto di usarlo, verificarne l'uso corretto e compiere opportuni interventi qualora un Operatore non usi adeguatamente il sistema.

L'Organismo di Controllo è, quindi, il soggetto fondamentale di «interfaccia» tra le direttive pubbliche e gli obblighi dei soggetti privati (*Operator*) al fine di facilitare l'entrata in vigore e il rispetto dell'EUTR.

Conlegno ha istituito, in conformità con il proprio statuto, il Comitato Tecnico LegnOK, per la predisposizione e la gestione di un sistema di *Due Diligence* in conformità con il Regolamento EUTR, in modo da consentire alle imprese consorziate aderenti, il rispetto della normativa comunitaria.

Inoltre, in conformità con il necessario requisito di indipendenza ed autonomia nello svolgimento delle funzioni, come richiesto dal Regolamento EUTR, Conlegno ha istituito due organismi autonomi ed indipendenti denominati: Collegio di Garanzia e Trasparenza e Comitato

Tecnico LegnOK le cui composizioni, funzioni, garanzie ed autonomie consentono l'efficiente attuazione del Regolamento EUTR.

La struttura implementata dal Consorzio ed il suo funzionamento trovano applicazione anche grazie alla *partnership* con il WWF Italia e la sua rete Traffic, che è stata sviluppata nell'ambito del Centro di Informazione sul Legno. Il Centro di Informazione sul legno ha il compito di raccogliere e fornire a Conlegno le informazioni necessarie a valutare la conformità della filiera commerciale del legno e/o dei prodotti derivati, alla legislazione applicabile nei paesi d'origine e provenienza, così come, di divulgare informazioni sui temi della legalità del legno e prodotti da esso derivati e sul taglio illegale.

Attraverso il Centro di Informazione sul legno, Conlegno fornisce informazioni all'Operatore LegnOK finalizzate ad attuare azioni di mitigazione, avvalendosi anche delle relazioni mantenute dal Centro con personale esperto operante nel Paese di Produzione (taglio/origine). Altra *partnership* del Consorzio, è quella stipulata con gli Enti Di Certificazione LegnOK, che svolgono, per conto di Conlegno, le verifiche presso gli Operatori LegnOK e/o Commercianti LegnOK, dando garanzia di indipendenza. I criteri di qualifica degli Enti di Certificazione sono di seguito riportati e sono indicati in un Accordo Quadro,

che definisce la gestione dei processi di qualifica e controllo dei Soggetti Autorizzati all'uso del Marchio LegnOK:

- l'Ente di Certificazione deve essere titolare di un accreditamento da parte di ACCREDIA, attestante la propria capacità di operare in modo indipendente (UNI CEI EN/ISO 17021:2011);
- deve avere comprovata esperienza di audit nel settore del legno e affini (ad esempio l'accREDITamento per i settori EA01 oppure EA06 oppure EA07 oppure EA23);
- deve essere accreditato per attività di certificazione/verifica su schemi FSC® o PEFC®;
- è soggetto ad un obbligo di formazione continua ad opera dei tecnici qualificati del Comitato Tecnico LegnOK che viene soddisfatto tramite la partecipazione a corsi definiti ad hoc dal Comitato, anche in merito all'utilizzo di specifiche piattaforme informatiche e per il coordinamento delle loro attività;
- è soggetto a verifiche periodiche da parte dell'Organismo di Controllo.

Gli Enti di Certificazione sono tenuti ad operare in piena conformità al D. Lgs. 196/03 (Codice della privacy) per quanto attiene il trattamento dei dati personali forniti dall'Operatore LegnOK e dal Commerciante LegnOK.

A oggi gli Enti LegnOK sono: BM Trada, Bureau Veritas, Certiquality, CSQA, DNV, Rina Service, Sai Global, SGS, TUV-NORD, Vireo.

Infine, i soggetti interessati principali dall'applicazione del Regolamento EUTR sono:

- gli Operatori, che ai sensi dell'art.2, lett.c del Regolamento (UE) n. 95/2010 sono definiti come una persona fisica o giuridica che commercializza legno o prodotti da esso derivati immettendoli per la prima volta sul mercato europeo ed è tenuto a implementare e mantenere un Sistema di Dovuta Diligenza. Tutti gli operatori, con sede sul territorio dell'UE o in paesi extracomunitari, devono conformarsi al divieto di commercializzare legname di provenienza illegale e all'obbligo di esercitare la dovuta diligenza (fonte: Linee guida Nov. 2013).

L'Operatore LegnOK è, quindi, l'operatore della filiera che adotta il Sistema di Dovuta Diligenza LegnOK descritto all'interno del Regolamento LegnOK, in modo da risultare conforme al Regolamento EUTR e tale da assicurare, che non vengano immessi nel mercato europeo legno e prodotti da esso derivati di provenienza illegale. Tale Operatore diventa utilizzatore del Marchio LegnOK e verrà inserito nell'apposito elenco all'interno del sito del Consorzio - Comitato Tecnico LegnOK. Tale Operatore è soggetto a controlli periodici da parte dell'Ente di Certificazione indipendente (audit) e potrebbe essere soggetto a verifiche svolte da parte dell'Autorità Competente in tema di *Due Diligence*.

- i Commercianti, che ai sensi dell'art. 2 lett.d del Regolamento (UE) n. 95/2010 il Commerciante si identifica come una persona fisica o giuridica che, nell'ambito di un'attività commerciale, vende-acquista sul mercato interno legno o prodotti da esso derivati già immessi sul mercato interno.

A differenza dell'Operatore, il Commerciante (definito anche come intermediario professionale) non è tenuto ad attuare un Sistema di Due Diligence. Al Commerciante è richiesto invece di garantire e mantenere la tracciabilità

del legno o dei prodotti da esso derivati (ossia, l'obbligo di tracciabilità).

Conlegno mette a disposizione delle Aziende del settore legno e prodotti da esso derivati, 2 possibilità di azione:

- la prima è quella di avvalersi dei Servizi LegnOK: in questo caso l'azienda sceglie di non aderire all'Organismo di Controllo ma di utilizzarne solo i servizi che consentono all'azienda di avere tutte le informazioni necessarie alla propria valutazione del rischio.
- la seconda è quella di aderire interamente a Conlegno in qualità di organismo di Controllo, essere sottoposti ad un controllo da parte di un Ente di Certificazione LegnOk ed ottenere in concessione d'uso il Marchio Legnok.

Il Centro informazione sul legno è stato creato nell'ambito del progetto di Conlegno della MO con la collaborazione del WWF Italia/ Ufficio TRAFFIC al fine di potere fornire, tra i servizi, la giusta conoscenza e analisi delle diverse e molteplici normative di gestione del mercato del legname.

La normativa europea richiede che si garantisca, nelle operazioni commerciali del mercato del legname, un impegno alla esclusione dalle filiere di quei prodotti la cui origine ed in particolare la cui legalità nel taglio, esportazione e trasformazione non sia garantita nel rispetto delle normative in materia dei paesi di origine. In questo contesto ogni singolo operatore dovrebbe arrivare a promuovere una propria attività di ricerca delle normative di riferimento ed una successiva analisi delle diverse prescrizioni che possano garantirgli il rispetto di quanto previsto dalla normativa comunitaria. Aspetto estremamente impegnativo è poter arrivare a promuovere tutto ciò, spesso dovendosi rapportare a molteplici fornitori con diversa origine e con una tale diversità di lingue e normative forestali, e arrivare a garantire la conoscenza e pertanto di sapere quale possa essere quella documentazione disponibile e utile a potere dimostrare ai soggetti terzi impegnati nel controllo del rispetto della normativa europea l'impegno avuto nell'escludere dal proprio prodotto legname di non comprovata origine legale. A tale proposito il Network TRAFFIC è da anni impegnato a studiare, analizzare, promuovere e supportare diversi paesi nei loro sforzi per migliorare la governance delle loro risorse forestali e per prevenire il taglio illegale e il commercio di legname illegale incoraggiando la conformità alla normativa del settore forestale, su un piano nazionale come internazionale. Ciò l'impegno nello sviluppo del Centro di Informazione del Legno promosso con Conlegno per arrivare a raccogliere e di conseguenza fornire in modo chiaro e accessibile agli operatori italiani le informazioni su determinate leggi forestali, diventando così allo stesso tempo un momento di confronto e verifica utile a tutti i soggetti interessati nei paesi di importazione, per verificare che il legname e tutti i prodotti derivati siano acquisiti in conformità alle legislazioni vigenti e possano così contribuire a favorire quella gestione forestale sostenibile da tutti auspicata. La ricostruzione e definizione della filiera di legalità dei paesi terzi è il lavoro finora promosso dal Centro di Informazione del Legno, che ha raccolto tale bagaglio

di informazioni da oltre 60 paesi e mettendo tali informazioni a disposizione degli operatori. L'idea di un modello utile e sostanziale di *Legal Framework* è stata inoltre promossa con un ulteriore obiettivo, quello di supportare lo sviluppo di una strategia comune e più coerente alla legalità delle operazioni forestali, la lavorazione e il commercio del legname, che potrebbe essere in tal modo largamente applicabile da diversi paesi.

Questa strategia è considerata importante per ridurre la potenziale confusione tra industria e governo che potrebbe generarsi dalla proliferazione di differenti *framework* di legalità. Il controllo e la promozione di sistemi legali e sostenibili rappresentano anche quella soluzione utile ed equa al problema del taglio illegale al fine di non impattare negativamente anche sempre di più sulle popolazioni povere, aiutando i paesi partner a costruire un sistema per verificare che il legame sia stato prelevato legalmente, promuovendo la trasparenza delle informazioni, promuovendo la riforma politica e aumentando l'efficienza della società civile e dei governi dei paesi partner. In ultimo, Conlegno ha predisposto una Piattaforma informatica chiamata LegnOkweb che consente alle aziende del settore legno-carta di sviluppare il Sistema di *Due Diligence* LegnOK, le proprie analisi e ottenere l'accesso agli aggiornamenti sulle informazioni necessarie all'implementazione del sistema *Due Diligence* (Valore del CPI - *Corruption Perception Index*, Presenza di Conflitti armati, Presenza di sanzioni ONU, Presenza di sanzioni del Consiglio d'Europa, Valore della % taglio illegale, Presenza di Specie a rischio).

SUMMARY

The implementation of the Regulation EU/995/2010 in Italy: the Due Diligence System's LegnOK

The new EU legislation was established mainly to reduce deforestation and to stop any practice of illegal logging, with the primary objective to stop the introduction on the European market of illegal timber.

In this context, the Regulation EU/995/2010 (Regulation EUTR or Due Diligence of Wood) provides for the establishment of monitoring organisation and within them establish, implement and monitor systems of Due Diligence.

ConLegno (Consorzio Servizi Legno-Sughero) is one of the first four Monitoring Organization (monitoring organisation) in the Regulations approved by the European Union, the only one 100% made in Italy; Conlegno is responsible for helping companies to apply correctly the rules EUTR through a specific system called Due Diligence LegnOK. LegnOK, one of the most reliable and technically models of due diligence actually existing, essential tool to make negligible the risk that wood placed in Europe is from illegal origin. All those companies that will adopt the Regulation LegnOK, will be granted - after a qualifying system audit - the use of the mark LegnOK, which is recorded and recognized internationally and can be affixed to any commercial documents or communications of the company.

A NEW EUROPEAN REGULATION ON INVASIVE ALIEN SPECIES AND ITS IMPORTANCE FOR FORESTRY

Tommaso Sitzia¹, Thomas Campagnaro¹, Michele Cattani¹, Giovanni Trentanovi¹

¹Department of Land, Environment, Agriculture and Forestry, Università degli Studi di Padova, Legnaro, Padova, Italy; tommaso.sitzia@unipd.it

On 4 November 2014 a new regulation on invasive alien species and the measures for their control and management was published in the Official Journal of the European Union and entered in force on 01 January 2015. The definition of invasive alien species given by the proposal, and the frequency with which the alien tree species are cited by explanatory statements and discussion papers, leaves no doubt about the fact that even alien tree species widespread in Italy, such as black locust, could be included in the list of species for which it will be mandatory to put in place regulatory measures. For this reason it is essential that authorities, academics, research institutions and stakeholders take steps to be ready to give a correct interpretation of the regulation and facilitate its effective application on the Italian territory, for the sake of forestry in the whole Europe. The contribution presents the main features of the proposed regulation, it emphasizes the elements of interest for forestry and proposes some lines of research that could help to define the state of risk of the most sensitive ecosystems and to better define the role that forestry should have in controlling this risk.

Keywords: alien species, European regulations, Natura 2000, black locust, forest research.

Parole chiave: specie esotiche, legislazione europea, Natura 2000, robinia, ricerca forestale.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-ts-new>

1. Introduction

The European Parliament and the Council of the European Union has legislated on invasive alien species that may be a threat for the environment and native species both flora and fauna. The Regulation (EU) No 1143/2014 of 22 October 2014 (hereafter “the regulation”), that was published in the Official Journal of the European Union on 4 November 2014, aims at preventing and managing the introduction and spread of invasive alien species and entered in force on 1 January 2015.

The scientific community has great expectations of this regulation (Hulme *et al.*, 2009).

One of the main assumption upon which the regulation is based is that «invasive alien species generally cause damage to ecosystems and reduce the resilience of those ecosystems. Therefore proportionate restoration measures should be undertaken to strengthen the ecosystems' resilience towards invasions, to repair the damage caused and to enhance the conservation status of species and their habitats with Directives 92/43/EEC and 2009/147/EC».

Several are the directly actors involved in the implementation of the regulation. The European commission shall be assisted by a Committee (art. 27).

This committee has also the role of delivering an opinion on draft implementing acts. Therefore, decisions from the committee will have a strong influence on the strength of the new regulation (Genovesi *et al.*, 2014).

Member States can appoint representatives that will take part to the scientific forum (art. 28) with the aim of providing scientific advice on the application of the regulation, in particular on the list of invasive alien species of union concern (art. 4), their risk assessment (art. 5), emergency measures (art. 10) and derogations from the obligation of rapid eradication (art. 18). Strong emphasis is given to public involvement by single Member States on the basis of the concept of early communication and participation as expressed in art. 26.

The definition of alien species in art. 3 identifies these species as any life specimen “introduced outside its natural range” and more specifically invasive alien species are «alien species whose introduction or spread has been found to threaten or adversely impact upon biodiversity and the related ecosystem services». Furthermore, as the uncontrolled spread is a relevant danger for invasive species, importance is given to those “widely spread” that, according to art. 3, refers to «an invasive alien species whose population has gone beyond the naturalization stage, in which a population is self-sustaining, and has spread to colonize a large part of the potential range where it can survive and reproduce».

2. List of Union concern

Invasive alien species of Union concern are those for which action is needed to avoid and prevent the introduction, spread and establishment at Community

level. When one species is proposed it must undergo a risk assessment (art. 5).

The risk assessment will be carried out through an analysis of the range (current and potential) of invasive alien species by considering and reporting some key elements such as: (i) description of the species; (ii) reproduction and distribution by considering the conditions necessary for the diffusion; (iii) analysis of possible pathways of introduction and spread whether accidental or deliberate; (iv) risk of introduction, establishment and spread under current and future conditions; (v) current distribution; (vi) possible negative effects on biodiversity and related ecosystem services; (vii) the assessment of costs of their potential impacts; and (viii) uses and social and economic benefits. This risk assessment will be carried out on those species proposed to be of Union concern. To be entered in the list, species must meet, based on available scientific evidence, five criteria (Fig. 1): (i) are alien to the Union territory; (ii) are able to thrive and spread into the environment under the current and future climate and the biological conditions in at least one biogeographical region and at least three countries; (iii) are likely to negatively impact on biodiversity, ecosystem services, human health or the economy; (iv) concerted action is required as underlined by risk assessment; and (v) actions will likely affect their negative impacts. Furthermore, Member States can propose species to be listed among those of Union concern and may, according to art. 12, establish a national list of invasive alien species of Member State concern. For the latter species, Member States may apply a set of measures as prevention (arts. 7, 8, and 13), early detection and rapid eradication (arts. 14-17), and management and restoration of habitats (arts. 19 and 20). As the case for the list of Union concern, even the list of Member State concern must under approval from the committee.

3. Deadlines

A set of deadlines related to the list of Union concern are indicated in the regulation in order for its effective implementation (Fig. 2). The commission must submit to the Committee by 2 January 2016 the implementing acts through which it identifies invasive alien species to be included in the list. Moreover, Member States within 18 months from the adoption of the list must:

a) according to art. 13, analyse the pathways of introduction and spread of invasive alien species within their terrestrial and marine territory in order to rank possible actions for 'priority pathways'.

Furthermore, to tackle these pathways one or more action plans must be in place within three years since the adoption of the list of concern;

b) according to art. 14, establish a surveillance system that collects and records data on invasive alien species using surveys, monitoring and general procedures that prevent the spread of these species.

The monitoring system provides coverage of the entire territory of the member states to assess the presence of new species, the rapid identification of potential entry

of invasive alien species within the member countries, and must be an internationally recognized system;

(c) according to art. 19, prepare adequate management measures (see the following chapter for further explanation).

4. Management of widely spread invasive alien species

The European Commission shall also prepare plans for managing invasive alien species whether through management or restoration measures according to art. 19 and art. 20 of the Regulation, respectively.

Management measures are identified as physical, chemical or biological actions which are lethal or non-lethal to control or contain and eradicate invasive alien species. For already established invasive alien species commercial use can be only temporarily permitted after that all appropriate controls are taken into account.

Restoration measures must be proportional to the impacts that the species have on the environment, taking into account a cost/benefit analysis of the related activities.

5. Polluter pays principle

According to art. 21, the regulation also establishes that costs of invasive alien species will be paid based on the polluter pays principle.

Therefore, all Member States must aim at recovering costs undergone to prevent, minimise and mitigate the negative impacts brought by invasive alien species, as well as cost related to habitat restoration.

As stated by Beninde *et al.* (2014) payments must be covered by human beings or legal person found to be the cause of the introduction or spread of invasive alien species.

These authors also highlighted that in this way society as a whole will not bear the costs of these activities.

6. Invasive alien tree species: the example of *Robinia pseudoacacia*

This new regulation is an opportunity for silviculturists and forest research to deepen the knowledge on invasive alien tree species (Sitzia, 2014). An example of an alien species important to many forest stakeholders and that is invasive in many countries around the world and that covers large areas in certain European countries, such as Italy (see Fig. 3), is the black locust (*Robinia pseudoacacia*).

Many different habitats are threatened by this invasive alien tree species. For example, in north-east Italy it can invade different forest habitats, river corridors, fixed dunes and other open lands.

The invasion of this species drives changes on tree and understory communities (Essl *et al.*, 2011; Sitzia *et al.*, 2012; Trentanovi *et al.*, 2013; Staska *et al.*, 2014).

Nevertheless, in floodplain forests, ceasing coppicing can favour a more natural forest structure (Motta *et al.*, 2009).

7. Conclusion

Forest research should try to contribute to the future steps linked to this new regulation. We highlight five main research topics that will require further research. These may play a key role in controlling the spread and control of invasive alien tree species. Investigation should focus on (a) defining the composition and structure of

spontaneously developed and planted stands formed by invasive alien tree species, (b) the invasion process of adjacent native woodlands, (c) the invasion of adjacent semi-natural and natural non-wooded ecosystems, (d) the phenotypic and genetic differentiation between populations of invasive alien tree species and their equivalents in the species' native range, (e) the changes in the provision of ecosystem services.

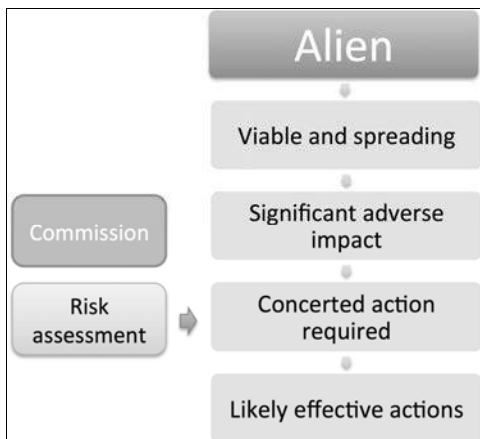


Figure 1. Criteria for listing invasive alien species of Union concern.



Figure 2. Important deadlines and steps for the implementation of the Regulation.

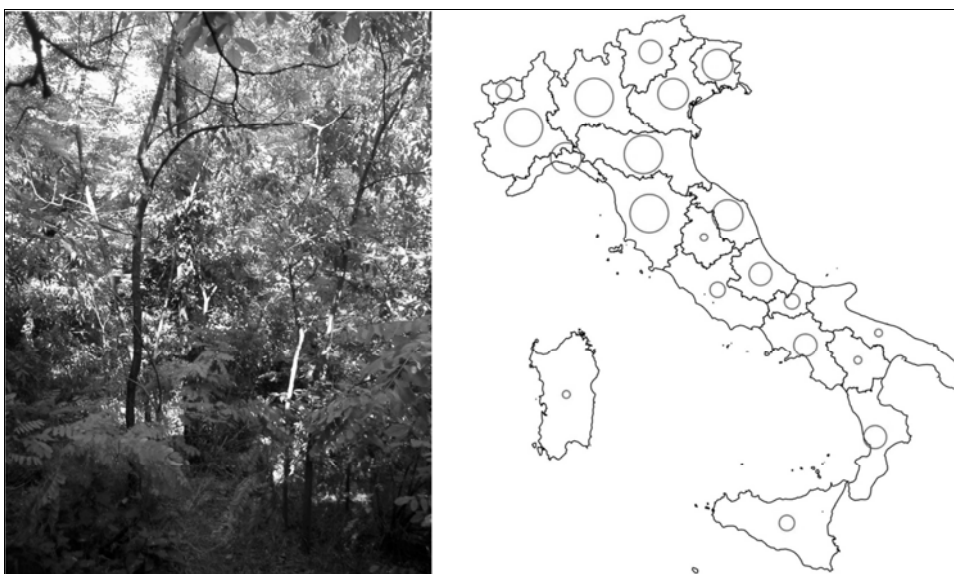


Figure 3. Stand of black locust in the outer Alpine hills of Veneto Region (left) and the distribution of black locust and tree of heaven (*Ailanthus altissima*) woodlands within the Italian administrative regions. Size of the circles are proportional to the ratio of regional to Italian area (2,335 km²) they represent (right) (data from Tabacchi *et al.*, 2007).

RIASSUNTO

Un nuovo regolamento europeo sulle specie esotiche invasive e la sua importanza per la selvicoltura

Il 4 Novembre 2014 un nuovo regolamento sulle specie aliene invasive e sulle misure per il loro controllo e gestione è stato pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea ed è in vigore dal 1° Gennaio 2015. La definizione di specie esotica invasiva che questo nuovo regolamento formula, e la frequenza con la quale le specie arboree esotiche sono citate dai documenti esplicativi e di discussione della norma, non lascia dubbi sul fatto che anche specie arboree aliene molto diffuse in Italia, come la robinia, potrebbero essere inserite nell'elenco delle specie per le quali sarà obbligatorio mettere in atto le misure regolamentari. Per questo motivo è fondamentale che le autorità, le accademie, gli enti di ricerca e i portatori di interesse si attivino per essere pronti a dare una corretta interpretazione del regolamento e favorirne la più efficace applicazione sul territorio italiano, per il bene della selvicoltura dell'Europa intera.

Il contributo espone i tratti salienti della proposta di regolamento, ne sottolinea gli elementi di interesse per la selvicoltura e propone alcune linee di ricerca che potrebbero contribuire a definire lo stato di rischio degli ecosistemi più sensibili e a meglio definire il ruolo che la selvicoltura dovrebbe avere nel controllo del rischio stesso.

REFERENCES

- Beninde J., Fischer M.L., Hochkirch A., Zink A., 2014 – *Ambitious advances of the European Union in the legislation of invasive alien species*. Conservation Letters, 49: 1-17.
- Essl F., Milasowszky N., Dirnböck T., 2011 – *Plant invasions in temperate forests: Resistance or ephemeral phenomenon?* Basic and Applied Ecology, 12: 1-9.
- Genovesi P., Carboneras C., Vilà M., Walton P., 2014 – *EU adopts innovative legislation on invasive species: a step towards a global response to biological invasions?* Biological Invasions, 17 (5): 1307-1311.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.baae.2010.10.003>
- Hulme P.E., Pysek P., Nentwig W., Vilà M., 2009 – *Will threat of biological invasions unite the European Union?* Science, 324: 40-41.
<http://dx.doi.org/10.1126/science.1171111>
- Motta R., Nola P., Berretti R., 2009 – *The rise and fall of the black locust (Robinia pseudoacacia L.) in the "Siro Negri" Forest Reserve (Lombardy, Italy): lessons learned and future uncertainties*. Annals of Forest Science, 66: 410.
<http://dx.doi.org/10.1051/forest/2009012>
- Sitzia T., 2014 – *A call to silviculturists for a new field of science: The forestry of invasive alien species*. The Forestry Chronicle, 90: 486-488.
<http://dx.doi.org/10.5558/tfc2014-098>
- Sitzia T., Campagnaro T., Dainese M., Cierjacks A., 2012 – *Plant species diversity in alien black locust stands: A paired comparison with native stands across a north-Mediterranean range expansion*. Forest Ecology and Management, 285: 85-91.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2012.08.016>
- Staska B., Essl F., Samimi C., 2014 – *Density and age of invasive Robinia pseudoacacia modulate its impact on floodplain forests*. Basic and Applied Ecology, 15: 551-558.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.baae.2014.07.010>
- Tabacchi G., De Natale F., Di Cosmo L., Floris A., Gagliano C., Gasparini P., Genchi L., Scrinzi G., Tosi V., 2007 – *Le stime di superficie 2005 – Prima parte. Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio*. MiPAF – Corpo Forestale dello Stato - Ispettorato Generale, CRA - ISAFa, Trento, Italy.
- Trentanovi G., von der Lippe M., Sitzia T., Ziechmann U., Kowarik I., Cierjacks A., 2013 – *Biotic homogenization at the community scale: disentangling the roles of urbanization and plant invasion*. Diversity and Distribution, 19: 738-748.
<http://dx.doi.org/10.1111/ddi.12028>

SESSIONE / *SESSION* 5

POSTERS

L'ATTUAZIONE DELLE MISURE PSR NEL SETTORE FORESTALE IN CALABRIA

Andrea Rosario Proto¹, Michele Larizza², Giuseppe Zimbalatti¹

¹Università degli Studi Mediterranea, Dipartimento di Agraria, Reggio Calabria; andrea.porto@unirc.it

²Dipartimento Agricoltura Foreste e Forestazione, Regione Calabria, Catanzaro

Il programma di sviluppo rurale (PSR) riproduce il piano di attuazione del Fondo europeo agricolo di sviluppo rurale (FEASR) e rappresenta lo strumento di finanziamento della politica di sviluppo rurale. Il FEASR punta a migliorare la competitività dei settori agricolo e forestale, l'ambiente e la gestione dello spazio rurale nonché la qualità della vita e la diversificazione delle attività nelle zone rurali, e sostenere le strategie di sviluppo locale. Il presente contributo vuole delineare i primi dati, oramai consuntivi, della programmazione PSR 2007-2013 inerenti al settore forestale calabrese al fine di individuare nella programmazione possibili punti critici, fattori di insuccesso e di forza, proponendo di fornire adeguate informazioni e conoscenze ai potenziali beneficiari ed alle Autorità di gestione per una più efficace attuazione della misura sul territorio regionale nel periodo di programmazione 2014-2020. I primi dati esaminati dimostrano come le risorse finanziarie messe a disposizione per il settore forestale ricoprono circa il 12% dell'intero PSR ma non tutte le risorse sono state completamente impegnate, presentando una certa disomogeneità tra una misura e un'altra. All'interno delle cinque provincie questa differenza tra le varie misure è ancora più marcata a rispetto proprio di una eterogeneità territoriale che rappresenta un importante parametro da considerazione per la nuova programmazione comunitaria. Per il settore forestale, in virtù della bassa redditività, appare importante sostenere le aziende nella loro attività incentivando nuove forme di utilizzo del legname che possano rendere economicamente interessante l'utilizzo del patrimonio boschivo regionale.

Parole chiave: programma di sviluppo rurale, misure forestali, Calabria.

Keywords: Rural Development Programme, forest measures, Calabria.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-arp-att>

1. Introduzione

Il Programma di Sviluppo Rurale (PSR) attua il piano di attuazione del Fondo europeo agricolo di sviluppo rurale (FEASR) in vigore dal 1° gennaio 2007 e rappresenta lo strumento di finanziamento della politica di sviluppo rurale. L'Unione Europea, per la programmazione 2007-2013, ha operato una profonda riorganizzazione dei fondi comunitari con l'obiettivo di finalizzare al meglio i relativi programmi di attuazione semplificando il funzionamento e le procedure. L'aspetto essenziale di tale riorganizzazione risiede in una programmazione separata dei fondi strutturali FEASR, FSE, FESR e FEP con l'intento di favorire la concentrazione e la qualità della spesa per raggiungere il massimo dell'efficacia e dell'efficienza nell'attuazione del Programma.

Tale separazione ha imposto una attenta opera di integrazione, di connessione e di demarcazione tra i Fondi avvenuta grazie al lavoro condotto dai Dipartimenti regionali interessati. Il FEASR, in particolare, punta a migliorare la competitività dei settori agricolo e forestale, l'ambiente e la gestione dello spazio rurale nonché la qualità della vita e la diversificazione delle attività nelle zone rurali, e a sostenere le strategie di sviluppo locale.

Tale programma, in particolare, ha assunto in Calabria per il settore forestale una notevole importanza. Infatti, com'è noto, la Calabria ricopre un ruolo di primo piano nel panorama forestale dell'area del Mediterraneo, basta guardare ai suoi oltre 600.000 ettari di superficie forestale e al suo indice di boscosità che, con il 41%, risulta essere di gran lunga superiore alla media nazionale. In virtù di tale importanza, le risorse finanziarie investite su tale settore hanno rappresentato un valido contributo economico che il Dipartimento Agricoltura Foreste e Forestazione ha regolamentato e distribuito attraverso i programmi di sviluppo rurale e le singole misure di intervento. Il presente contributo vuole delineare i primi dati, oramai consuntivi, della programmazione PSR 2007-2013 inerenti al settore forestale calabrese al fine di individuare nella programmazione possibili punti critici, fattori di insuccesso e di forza, proponendo di fornire adeguate informazioni e conoscenze ai potenziali beneficiari ed alle Autorità di gestione per una più efficace attuazione della misura sul territorio regionale nel periodo di programmazione 2014-2020. Inoltre, l'esamina delle singole misure di intervento consentirà di descrivere i possibili scenari futuri delle imprese calabresi che operano all'interno

della filiera foresta-legno e che hanno usufruito dei contributi pubblici.

2. Metodologia

Per conoscere in dettaglio come sono stati ripartiti i fondi tra le varie misure della Programmazione 2007-2013 sono stati utilizzati i dati gentilmente forniti dal Dipartimento regionale con una serie storica dal 2008 e aggiornati fino al 30 ottobre 2014. Per una maggiore completezza dei dati è necessario però attendere la conclusione di annualità bandite nel 2012 e nel 2013 e i cui iter non sono ancora stati rendicontati interamente. Sulla base di tali informazioni sono stati elaborati su un apposito foglio di calcolo i valori riferiti alle quattro misure forestali:

Misura 1.2.2 - Accrescimento del valore economico delle foreste;

Misura 2.2.3 - Primo imboscamento di superfici non agricole;

Misura 2.2.6 - Ricostituzione del potenziale produttivo forestale e interventi preventivi;

Misura 2.2.7 - Sostegno agli investimenti non produttivi.

3. Risultati

Per le misure forestali nel periodo 2007/2013 nella regione Calabria sono stati impegnati € 94.225.063 a disposizione delle aziende operanti nelle cinque province calabresi. Nel dettaglio le province che hanno utilizzato la maggior parte dei fondi sono quella di Catanzaro e di Cosenza, con circa il 72% dei fondi mentre a seguire troviamo Reggio Calabria e Crotone con il 19% e il restante 9% è stato utilizzato dalla Provincia di Vibo V. e dalle "Altre Province"¹ (Fig. 2).

In base al numero delle domande presentate e alla corretta presentazione e rendicontazione delle stesse sono stati erogati alla data del 30 ottobre 2014 fondi per 52.401.447 milioni di euro ripartiti per più della metà nella Provincia di Catanzaro, con il 55%, segue la Provincia di Cosenza con il 27%, e il restante 18% distribuiti nelle altre province (Fig. 3). Come si può osservare dal grafico la maggior parte dei fondi impegnati non sono stati erogati in quanto le domande di aiuto presentate erano in numero inferiore al budget impegnato e molto spesso le stesse domande non sono state elaborate in modo corretto (mancanza di documenti e/o elaborati o errori negli stessi) riducendone il numero dei beneficiari.

Una ulteriore giustificazione nell'utilizzo parziale dei fondi è dovuta anche alle stesse aziende beneficiarie che nella rendicontazione delle domande di aiuto hanno investito risorse economiche al di sotto del limite progettuale. La distribuzione di tali fondi nelle province calabresi mostra che la maggior parte dei fondi sono stati impiegati/erogati nella provincia di Catanzaro, a seguire Cosenza e Reggio Calabria (Fig. 4). Per quanto concerne

la distribuzione dei fondi e la reale distribuzione nelle varie misure, si evince che la maggior parte dei fondi sia impegnati che erogati sono stati impiegati nelle misure 226 e 227 (Fig. 5).

La maggiore erogazione delle due misure sopra citate è dovuta principalmente alle condizioni ambientali e gestionali delle superfici montane. Infatti, circa un terzo della superficie forestale proviene da rimboschimenti realizzati nella seconda metà del secolo scorso, pertanto è ovvio che la maggioranza dei fondi è stata impiegata nella 2.2.6 in quanto hanno riguardato il ripristino della viabilità forestale, interventi selvicolturali e realizzazione di strisce o viali tagliafuoco. L'altra misura, ovvero la 2.2.7, ha fornito anche un ottimo contributo economico, in quanto essa mirava alla salvaguardia del territorio, la conservazione della biodiversità e tutela e diffusione di sistemi agro-forestali ad alto valore naturalistico, la tutela qualitativa e quantitativa delle risorse idriche superficiali e profonde e la riduzione dei gas serra, ovvero tutti prioritari nel settore forestale.

Dall'analisi condotta nell'ambito del PSR Calabria 2007-2013, emergono ancora alcuni nodi critici, in parte di carattere strutturale, come la dimensione medio-piccola delle imprese forestali e in parte legati al contesto (come gli alti *gap* tecnologici nei processi produttivi e nelle condizioni strutturali), derivanti dall'ambiente sfavorevole all'innovazione (Carè *et al.*, 2013). Per tali motivazioni la semplice analisi delle domande di aiuto fin qui presentate per il settore forestale ha dimostrato che il settore forestale calabrese non è riuscito a cogliere pienamente le potenzialità del Programma di Sviluppo Rurale e si è limitato al semplice ripristino delle condizioni minime di competitività e/o di sopravvivenza.

4. Conclusioni

Analizzata la distribuzione dei fondi nelle province calabresi e per singole misure forestali, è importante sottolineare che una buona percentuale dei fondi non è stata impiegata e per tale motivo occorre riflettere attentamente su quali possono essere stati i limiti per un corretto utilizzo di tali risorse. I dati presentati dimostrano come le risorse finanziarie messe a disposizione per il settore forestale hanno rappresentato circa il 12% dell'intero PSR ma non tutte le risorse sono state completamente spese, presentando una certa disomogeneità tra una misura e un'altra. All'interno delle cinque province questa differenza tra le varie misure è ancora più marcata a rispetto proprio di una eterogeneità territoriale che rappresenta un importante parametro da considerare per la nuova programmazione comunitaria. Per il settore forestale, in virtù della bassa redditività, appare importante sostenere le aziende nella loro attività incentivando nuove forme di utilizzo del legname che possano rendere economicamente interessante l'utilizzo del patrimonio boschivo regionale. Infatti, la complessità ambientale del territorio regionale determina contesti forestali, e più in generale ambienti rurali, assai differenti. All'interno di tali ambienti, le attitudini produttive variano in funzione della combinazione dei fattori naturali e a tale riguardo le priorità territoriali proposte per alcune Misure del PSR

¹ Per "Altre provincie" si intende l'intero territorio nazionale al di fuori della Calabria in cui ricade la residenza fiscale del beneficiario che ha presentato la domanda di aiuto.

si sono rivelate deboli per promuovere modelli produttivi più virtuosi e coerenti con le potenzialità specifiche del territorio. Per tale motivo l'auspicio verso una nuova programmazione 2014-2020 che possa soddisfare pienamente le potenzialità del territorio agro-forestale calabresi, superando gli ostacoli che fino ad oggi si sono presentati. Questo favorevole cambiamento può avvenire solamente anche se vengono prese in maggiore considerazione anche le misure forestali che in tale periodo sono state poco considerate dagli stessi potenziali beneficiari (proprietari forestali pubblici e privati, aziende boschive e di prima trasformazione).

Il rilancio della competitività nel settore forestale calabrese deve avviarsi necessariamente attraverso una ripresa degli investimenti che, nonostante il profondo periodo di crisi economica e sociale, si presentano come una valida soluzione per superare i limiti che colpiscono non solo il settore forestale ma anche e soprattutto quello agricolo. In conclusione, visto il basso reddito nel settore forestale, tale strumento finanziario può assumere una notevole importanza, poiché solo sostenendo le aziende forestali, attraverso nuove forme di utilizzo del legname e creando una multifunzionalità del sistema bosco.

Figura 1. Logo PSR 2007-2013 - Regione Calabria.

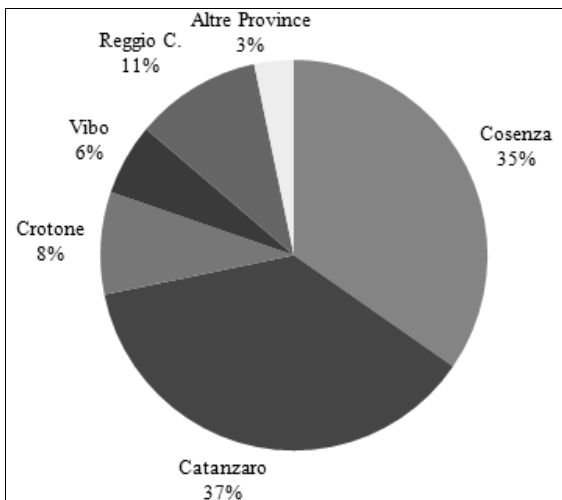


Figura 2. Distribuzione dei fondi impegnati nelle Province.

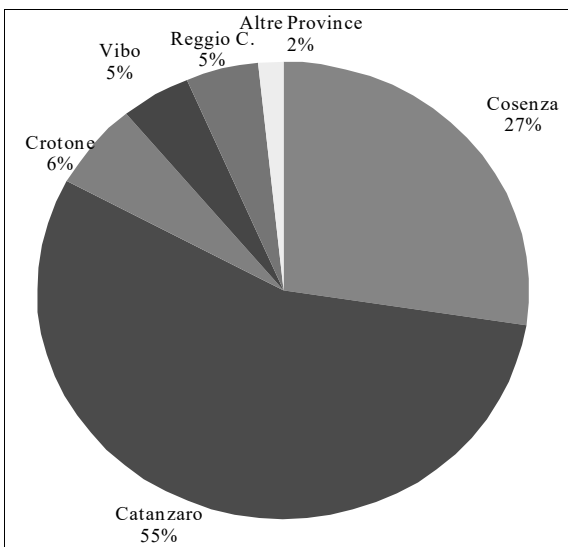


Figura 3. Distribuzione dei fondi erogati nelle Province.

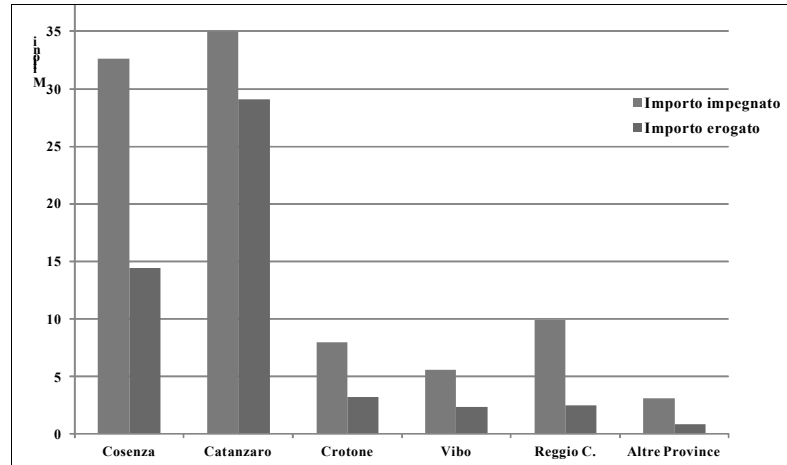


Figura 4. Confronto dei fondi impegnati/erogati nelle province.

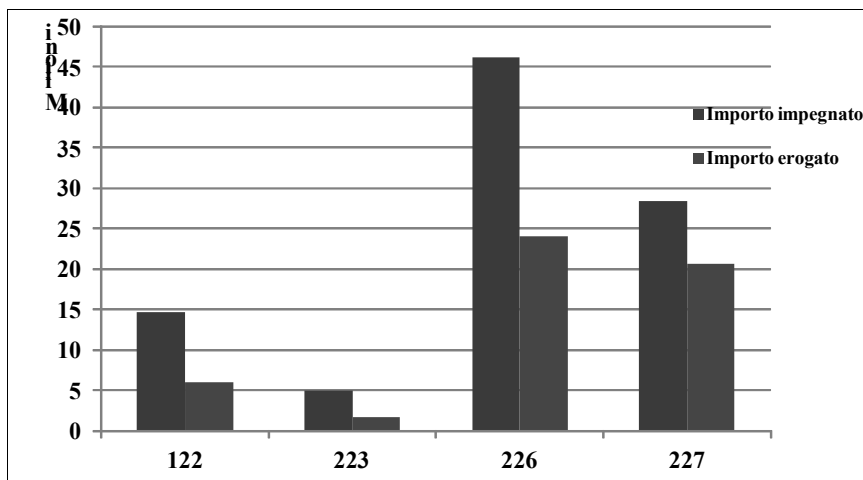


Figura 5. Distribuzione dei fondi impegnati/erogati nelle varie misure.

SUMMARY

The implementation of the Rural Development Programme measures in the forestry sector in Calabria

Calabria plays a prominent role in the panorama of the Mediterranean forest, thanks to the 600,000 hectares of forest area and the forest index, 41%, appears to be far higher than the national average. For this reason, the financial resources that are regularly invested on this sector represent a valuable economic contribution that the Department of Agriculture Forestry and Forestry regulates and distributes through rural development programs and individual measures. In detail, the Rural Development Programme (RDP) is the means of implementation of the European Agricultural Fund for Rural Development (EAFRD) and is the means of financing of rural development policy.

This paper aims to identify the first data, now final, the RDP 2007-2013 programming related to the forestry sector of Calabria in order to identify possible critical points in programming, failure factors and strength, offering to provide adequate information and knowledge to potential beneficiaries and the managing Authority for

a more effective implementation of the measure in the region during the programming period 2014-2020. Furthermore, the study of individual measures of intervention will describe the possible future scenarios of the Calabrian companies operating within the forest sector and that have benefited from government grants. The first data examined show that the financial resources made available for the forestry sector covering about 12% of the RDP but not all resources have been fully committed, there is certain unevenness between a measure with another. This difference between the various measures is even more pronounced among the five provinces and this is an important parameter to be considered for new community program.

BIBLIOGRAFIA

- Carè V., Licciardo F., Mappa O., 2013 – *Innovazione e competitività nel PSR Calabria*. Agrire-gioneuropa anno 9, numero 34.
- CE, 2005 – *Regolamento n. 1698/2005 del Consiglio, del 20 settembre 2005, sul sostegno allo sviluppo rurale da parte del Fondo Europeo Agricolo per lo Sviluppo Rurale (Feasr)*.

Regione Calabria, Dipartimento Agricoltura, Foreste
Forestazione, 2014 – *Serie dati-Domande di aiuto
PSR Calabria 2007-2013*. Catanzaro.

Regione Calabria, Dipartimento Agricoltura, Foreste,
Forestazione, Caccia e Pesca, vari anni – *Stato di attua-*

zione del PSR 2007-2013. Catanzaro.

Regione Calabria, 2007 – *Programma di Sviluppo
Rurale 2007-2013 (V versione) - Allegato X Misure*.
Catanzaro.

SESSIONE / *SESSION 5*

ABSTRACTS

ACCESSO DEI PICCOLI PROPRIETARI FORESTALI ALLA CERTIFICAZIONE FSC: UN'ANALISI DELLE PRINCIPALI CRITICITÀ E OPPORTUNITÀ IN EUROPA

Giulio Di Lallo¹, Mauro Maesano¹, Mauro Masiero², Marco Marchetti¹

¹Dipartimento di Bioscienze e Territorio, Università degli Studi del Molise, Pesche (IS); giuliodilallo@gmail.com

²Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali, Università di Padova, Agripolis, Legnaro (PD), Italia

Parole chiave: certificazione forestale, piccoli proprietari forestali, SWOT, ANP, Europa.

Keywords: forest certification, forest smallholders, SWOT, ANP, Europe.

In Europa ci sono circa 16 milioni di piccoli proprietari forestali che possiedono il 55% delle foreste europee. Il numero dei proprietari, la grandezza della proprietà e la tipologia delle proprietà, influenzano in maniera determinante sia la gestione forestale che altri aspetti socio-economici. Il Forest Stewardship Council (FSC) nel corso degli ultimi anni ha messo in atto numerosi interventi al fine di diffondere la certificazione tra le Piccole Medie Imprese (PMI) forestali.

Lo scopo dello studio è di identificare e analizzare i principali fattori che influenzano la diffusione della certificazione FSC tra le PMI, e in particolare modo far emergere criticità e opportunità della certificazione SLIMF (Small and Low Intensity Managed Forests) di FSC.

Nella prima fase dello studio, i principali fattori che influenzano la diffusione della certificazione FSC tra le PMI sono stati identificati mediante revisione ed analisi di 403 report pubblici di certificazione, appartenenti a 31 paesi europei. Le informazioni e i dati acquisiti sono stati successivamente analizzati utilizzando la metodologia A^WOT, la quale combina insieme la tecnica ANP (Analytic Network Process) e la SWOT analisi (Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats). Sono state realizzate due analisi: 1) SWOT-ANP degli standard FSC, i processi di certificazione e gli aspetti socio-ambientali; 2) SWOT-ANP dei fattori economici della certificazione.

I risultati ottenuti dall'analisi dei report mostrano che la distribuzione temporale dell'emissione dei certificati ha un trend crescente. L'analisi SWOT-ANP sottolinea come i fattori positivi (Strengths and Opportunities) prevalgano rispetto ai negativi (Weaknesses and Threats). Dalla SWOT-ANP riguardante gli standard FSC, i processi di certificazione e gli aspetti socio-ambientali, emerge l'importanza dell'adeguamento dello schema FSC alle esigenze delle PMI. Dall'analisi dei fattori economici risulta che la certificazione forestale può rappresentare una buona opportunità per le PMI, incrementando e migliorando relazioni e scambi commerciali e aprendo nuove opportunità di mercato. Infine lo studio identifica alcune debolezze ed opportunità nell'implementazione e nella promozione della certificazione forestale tra i piccoli proprietari.

Access of smallholders to FSC certification in Europe: an analysis of main drivers and barriers

Across Europe there are about 16 million small forest holders owning 55% of European forests. The number of forestry holdings, size of landholding and ownership types, substantially influence forest management and various other socio-economic issues related to it. The Forest Stewardship Council (FSC) for many years has been working to increase the certification of Small Forest Enterprises (SFEs), through the implementation of a number of tools seeking to demonstrate their long-term and careful management practices.

The aim of this study is to identify and analyze the main factors affecting the widespread of FSC certification among SFEs, and in particular to point out drivers and barriers in the context of the Small and Low Intensity Managed Forests (SLIMFs) certification.

The main factors affecting the diffusion of FSC certification among forest smallholders were identified through the review of European certification public reports. A total number of 403 public certification reports were analyzed, involving 31 European countries. To process data obtained from the reports, a hybrid method called A^WOT was used: it combines the use of Saaty's Analytic Network Process (ANP) and SWOT analysis (Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats). Two different analysis were carried out: 1) SWOT-ANP on standards, certification processes and socio-environmental issues; 2) SWOT-ANP on economic issues.

Results demonstrate that the trend of SLIMFs certificates is increasing and the SWOT-ANP analysis shows that positive factors prevail with respect to negative ones. The analysis of standards, certification processes and socio-environmental issues shows that FSC scheme has been improved in the last years and is actually suited for SFEs needs. While, from the analysis of the economic issues, emerges that certification can represent a good opportunity to increase commercial relationships and exchanges, as well as new-markets opportunities for SFEs. Finally, the study also highlights the weaknesses and the opportunities in implementing and promoting forest certification among forest smallholders.

OPTIMIZING SILVICULTURE UNDER MULTIPLE RISKS: A STUDY CASE OF BEECH IN FRANCE

Hanitra Rakotoarison¹, Patrice Loisel²

¹Department R&D, ONF, Fontainebleau France; hanitra.rakotoarison@onf.fr

²UMR Mistea, INRA, Montpellier, France

Keywords: economic, forest, storm, risks, price.

Forestry is often presented as an unriskey financial investment. However, international, economic and environmental contexts of this century are strongly covered by risks and uncertainties. The economic or social uncertainties as labor costs, consumer preferences change and industry development can affect wood price. Extreme events as storm and flood tend to be more frequent in future climate. Due to the long-term duration of forest investment, forest managers must integrate this information in their decision. Our objective is to build a decision support tool to optimize forest management under multiple risks: extreme events and price variation. Methods are based on coupling different type of models. First, we built forest growth, price function, predictive intensity and interval of storms and damage function for beech (*Fagus Sylvatica*) from past publications or observations in France. We analyze data separately the case of North East and North West of France due to biological and economic difference. Second, we integrate all these information inside optimization software called *Evasylv*. Finally, we launch around 400 simulations to explore the variation of Faustmann value, the annual benefit and the silviculture management with or without risks. Our results show that price change produces more important economic loss than storm damage for forest managers which suggest a need of to find new technology from wood industry to value this natural resource. However, future climate change can influence storm frequency and intensity and then limit this conclusion.

IL RUOLO DELLA POLITICA DI SVILUPPO RURALE PER LA DIFFUSIONE DEI SISTEMI AGROFORESTALI IN UE: L'ESPERIENZA 2007-2013 E LE PROSPETTIVE PER LA PROGRAMMAZIONE 2014-2020

Danilo Marandola¹, Sonia Marongiu¹, Pierluigi Paris², Andrea Pisanelli², Raoul Romano¹, Adolfo Rosati³

¹Osservatorio Foreste, Istituto Nazionale di Economia Agraria (OF-INEA), Roma (IT); marandola@inea.it

²Istituto di Biologia Agro-ambientale e Forestale, Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR-Ibaf), Porano (TR), Italy

³Centro di Ricerca per l'Olivicoltura e l'Industria Olearia, Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura (CRA-OLI), Spoleto (PG), Italy

Parole chiave: sistemi agroforestali, PAC, misure PSR, efficacia ed efficienza degli strumenti di policy.

Keywords: agroforestry systems, CAP, RDP measures, efficacy and efficiency of policy tools.

I sistemi agroforestali vengono definiti come la “*deliberata consociazione tra specie arboree perenni e colture agrarie, con l'eventuale presenza della componente animale, nella stessa unita di superficie*”. Sono sistemi di uso del suolo presenti tradizionalmente in molte aree rurali italiane e del Mediterraneo. Dagli anni ,50-’60 dello scorso secolo, con la diffusione della meccanizzazione e l’intensivizzazione dell’agricoltura, tali sistemi, hanno cominciato a ridursi e a scomparire dal paesaggio agro-silvo-pastorale nazionale. Ai sistemi agroforestali vengono oggi riconosciuti innumerevoli benefici di carattere ecologico, climatico, paesaggistico, produttivo e idrogeologico, riportando l’argomento all’attenzione dei temi dell’agricoltura sostenibile, della multifunzionalità e della tutela agro-ambientale perseguiti dalla PAC e in particolare modo dalla Politica di sviluppo rurale. Una dimostrazione è il Reg. CE 1698/2005 per la programmazione PSR 2007-2013 che, con la misura 222 (Primo impianto di sistemi agroforestali), ha proposto un sostegno alla realizzazione di tali sistemi nell’ambito degli interventi a finalità ambientale. L’analisi dei dati fisici e finanziari di avanzamento dei PSR dimostra però che l’attuazione della 222 in UE e in Italia è stata molto modesta a fronte dei risultati attesi. La stessa misura, con una valenza strategica potenzialmente maggiore, sarà riproposta anche per la fase di programmazione 2014-2020. Sulla base dell’esperienza maturata nell’attuale periodo di programmazione, diventa pertanto utile identificare chiaramente i punti di debolezza e le criticità nell’attuazione della misura 222 allo scopo di delineare nuovi approcci e fornire adeguate informazioni e conoscenze alle Autorità di gestione dei PSR, ai beneficiari e ai tecnici per una più efficace e diffusa attuazione della misura. Il contributo riporta i primi risultati di una indagine realizzata per queste finalità nell’ambito delle attività della Rete rurale nazionale. L’indagine è stata sviluppata da un gruppo di lavoro specifico che vede coinvolti Osservatorio Foreste INEA, CNR IBAF, CRA OLI e Veneto Agricoltura. Una parte dell’indagine è stata

dedicata a conoscere l'esperienza di programmazione della misura 222 attraverso un questionario rivolto ai referenti di misura o ai rappresentanti delle Autorità di Gestione dei PSR delle Regioni italiane e dei Paesi UE che hanno attivato la 222. Un'altra parte dell'indagine, invece, è stata destinata a conoscere le aspettative delle Regioni sulla misura per il periodo di programmazione 2014-2020. Nel complesso l'indagine evidenzia come attività di comunicazione relative agli strumenti del PSR e azioni di formazione sulle tematiche specifiche dell'agroforestry avrebbero potuto accrescere l'efficacia della misura nel 2007-2013, possibilmente anche con il supporto di analisi e studi ex-ante di tipo scientifico e strategico che avrebbero consentito di calibrare in modo più accurato gli interventi di misura. Per la programmazione 2014-2020, però, sembrano permanere forti perplessità in merito alla possibilità di riuscire a coordinare in modo efficace la misura "agroforestry" con gli strumenti del I pilastro della PAC (Pagamenti diretti e greening).

The role of Rural Development Policy in supporting agroforestry systems in EU: the experience of 2007-2013 and perspectives for 2014-2020 programming periods

Agroforestry systems are defined as land use practices in which "woody perennials are deliberately grown on the same land management unit with crops and/or animals". These systems are traditional practices that formed key elements of the landscape of many rural areas of Italy and of the Mediterranean region. Since the sixties and seventies of the past century, anyway, agroforestry system decreased their presence in the territory disappearing from the traditional agro-silvo-pastoral landscape under the effects of modern and intensive agriculture. Agroforestry systems are nowadays acknowledged as source of multiple benefits for climate, landscape, environment, economy and water cycle efficiency. For this reason they are nowadays strongly considered in the debate of sustainability and multifunctionality of agriculture animating the Common Agricultural Policy and especially the EU Rural development policy (RDP). A demonstration of this consideration is provided by the EC Regulation n. 1698/2005 disciplining the RDP programming in the 2007-2013 funding period. The Regulation, actually, through the so called measure 222 provided for financial support for the establishment of agroforestry systems in the frame of the actions promoted for environmental purposes (Axis II). The analysis of the expenditure and of the output results of measure 222 in Italy and EU, anyway, highlights a very modest implementation of the measure itself. The same measure, with an higher strategic value, is now going to be proposed again for the 2014-2020 RDP funding period. Thus, on the basis of the unsuccessful 2000-2007 experience, it is very useful to clearly identify weaknesses and threats for the implementation of measure 222 with the aim to outline new approaches for a more successful implementation of the measure and to provide adequate information and training to the RDP regional managing authorities, to the potential beneficiaries and to the professionals in order to gain better results in terms of efficacy and efficiency of the measure. This contribution reports the first results of a survey carried out specifically for these purposes in the frame of the actions promoted by the Italian National rural network. The survey has been carried out by an ad hoc research group established involving OF INEA, CNR IBAF, CRA OLI and Veneto Agricoltura. A part of the survey investigated the experience of measure 222 (2007-2013) through a questionnaire addressed to representative of the regional authorities who programmed the measure in Italy and EU in the frame of the RDP policy. A second part of the survey, instead, aimed to understand expectations of Italian regions for the same measure in view of the 2014-2020 period. The survey highlights that communication actions concerning the functioning of 222 measure and specific training actions on the themes of Agroforestry would have been a useful tool to enhance the efficacy of the measure in the 2007-2013 period. On the other hand also specific ex-ante analysis (such as scientific or regional studies) are recognized as way to support the programming phase for a more accurate definition of the measure. For the 2014-2020 programming period, regional authorities seem to conserve several doubts concerning the possibility to easily coordinate the RDP measure in support of the establishment of agroforestry systems with other RDP tools such as the direct payments and the so called "greening" rules (Pillar I of the CAP).

CREDITI DI CARBONIO VOLONTARI DA ATTIVITÀ SELVICOLTURALI IN PIEMONTE

**Giorgio Vacchiano¹, Roberta Berretti¹, Marco Allocco², Guido Blanchard³,
Alberto Dotta⁴, Pier Giorgio Terzuolo⁵, Fabio Petrella⁶**

¹DISAFA, Università di Torino, Grugliasco, (TO); giorgio.vacchiano@unito.it

²SEACoop s.r.l, Torino

³Studio Blanchard-Gallo, Chieri (TO)

⁴Consorzio Forestale Alta Valle di Susa, Oulx, (TO)

⁵Istituto per le Piante da Legno e l'Ambiente, Torino

⁶Istituto per le Piante da Legno e l'Ambiente e Forum Nazionale dei Crediti di Carbonio Forestali, Torino

Parole chiave: biomassa, CO₂, gestione forestale, modelli di simulazione, regolamento forestale, servizi eco sistemici.

Keywords: biomass, CO₂, ecosystem services, forest management, forest regulations, simulation models.

Questo contributo illustra i primi passi dell'elaborazione di linee guida per la generazione di crediti di carbonio da immettere sul mercato volontario a seguito di attività di gestione forestale sostenibile nella Regione Piemonte. Queste indicazioni sono state concertate da un gruppo di discussione cui partecipano Università, Enti regionali, Consorzi forestali e tecnici professionisti, e riguardano: (1) l'individuazione quantitativa della baseline gestionale per la generazione di crediti aggiuntivi a quelli già contabilizzati a scala nazionale; (2) il rapporto tra selvicoltura ordinaria, selvicoltura sostenibile, obblighi di legge e generazione di crediti di carbonio; (3) la generazione di "foreste virtuali" per definire le biomasse ritraibili secondo gli obblighi di legge e i rilasci addizionali nel caso di gestione sostenibile per le principali categorie forestali e forme di governo del Piemonte. L'applicazione di questi criteri sarà illustrata utilizzando un comprensorio pilota (foreste dell'Alta Valle Tanaro), per il quale sarà calcolato il carbonio stoccato attualmente dai soprassuoli forestali, e illustrati i possibili interventi selvicolturali originanti crediti mediante rilasci addizionali di biomassa rispetto alla baseline. Infine, mediante l'uso di modelli di simulazione si valuterà l'effettivo incremento del carbonio stoccato in seguito al rilascio addizionale di biomassa nell'arco temporale legato ai criteri di permanenza dei crediti generati.

Voluntary carbon credits by forest management activities in Piedmont

We illustrate the steps being taken to design guidelines for the generation of voluntary carbon credits by forest management activities in Piedmont, Italy. The guidelines are a joint effort by academia, regional administrations, forest owners and professional consultants. They address: 1) how to compute the baseline above which additionality of forest management activities is to be considered; 2) the overlap between business as usual, sustainable forest management, forest regulations and the generation of carbon credits; 3) the use of simulated forests to define legally harvestable biomass and additional biomass retention for carbon stocking for each forest type in the region. We illustrate the application of such guidelines in a pilot forest catchment (Alta Valle Tanaro) by computing current forest carbon stocks and potential credits generated under alternative biomass retention scenarios by using biogeochemical simulation models.

SESSIONE / *SESSION 6*

CAPITALE UMANO:
INNOVAZIONE, QUALIFICAZIONE,
ERGONOMIA E SALUTE

*HUMAN CAPITAL IN SILVICULTURE:
INNOVATION, QUALIFICATION,
ERGONOMICS AND HEALTH*

Chairperson

Enrico Marchi

SESSIONE / SESSION 6

RELAZIONI ORALI

ORAL PRESENTATIONS

NEW HARVESTING INNOVATIONS TO IMPROVE HEALTH AND SAFETY*

Rien Visser¹

¹School of Forestry, University of Canterbury, New Zealand; rien.visser@canterbury.ac.nz

Timber harvesting continues to be expensive, difficult and dangerous work. This is especially true in steep terrain where planning and managing successful harvesting operation is challenging due to the terrain conditions. While harvesting operation on flat or rolling slopes can be largely mechanised, steep terrain harvesting is still typically characterised by manual tasks such as felling and setting-chokers for cable yarding. This paper highlights both machinery innovation, as well as innovative practices that are improving the safety of the workforce. Examples include using the newly developed cable-assist machinery to extend the operating range of ground-based operations onto steeper slopes. Specifically, cable assist machines are now felling and pre-bunching on steep slopes. Combining this with the new motorised grappled carriages, operating on standard live skyline systems, the felled trees can be extracted without the need for choker-setters making it a fully mechanised system. For cable yarding systems still using choker-setters, remote control of the yarder eliminates the risks associated with poor communication. New GIS based cable planning software not only assesses feasibility, but also allows a level of integration between the various tasks, with felled trees being bunched along pre-determined corridors for ease of extraction.

Keywords: harvesting, silviculture, safety, equipment.

Parole chiave: utilizzazioni forestali, selvicoltura, sicurezza, attrezzatura.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-rv-new>

1. Introduction

Forestry is, and will always be, a great place to work. Despite many positive changes, most countries practicing commercial forestry still have unacceptably high incident and accident rates associated with forestry work. Opportunities to mechanise have been extensively realised on flat to rolling terrain. Mechanisation has also led to greater levels of automation, with the machines being a platform for technology such as on-board computers and geo-referencing systems. However, harvesting on steep terrain still requires higher levels of manual, or motor manual input. Cable yarding extraction requires motor-manual felling of the trees, and choker-setters are required to attach the rigging to the felled trees. These two work activities account for the majority of fatalities. A number of opportunities are being developed to increase the level of mechanisation on steep terrain. Italy has led the way in design and implementation of remote controlled yarders, but other countries taking a lead in developing cable assist harvesters and extraction machines.

In terms of silviculture, while 'near to nature' forestry practices are becoming ever more popular in Europe, they are not without implication if the resource is to be used commercially. Adding silvicultural complexity increases both cost and safety risk for the harvesting crews. To date, harvesting crews are expected to manage safety within a defined forestry task ('harvest prescription'). Some of these risks can be mitigated by

new mechanised or even robotic, harvest systems. However, constructively working together with the silvicultural specialist should ensure that harvesting practices not only remain safe, but also economically viable.

2. Extending ground-based system range

Ground-based harvesting systems are typically more productive and cost-effective than cable or aerial systems (Visser, 2012). Steep slopes create an operating limit for ground-based machines, although that limit is often not well defined. Forestry machines working on steep slopes typically lose traction before they are close to their static roll-over limit (Visser, 2013a), so both terrain slope and soil strength must be taken into account. A cable can be used to assist the traction capability of a machine and thereby extend the operating range. Cable-assisted harvesting machines are not new; in Europe they have been most commonly used for forwarders but are now also available for harvesting machines. However, New Zealand conditions include very steep (more than 50 per cent is common) and unstable terrain (geologically young and often highly erodible), in combination with relatively large tree size (more than three cubic metres is common), which has required larger felling machines than were commercially available. The ClimbMAX Steep Slope Harvester (Fig. 1), developed by Nigel Kelly and Trinder Engineering with the support of

FFR, is an example of a machine that meets these requirements.

This is a 43 tonne purpose-built machine which integrates the winch system into the chassis. With development work that included research and testing, it is now fully commercialised with units sold in both New Zealand and Canada.

It complements other cable-assisted systems that are being developed based around purpose-built self-levelling steep terrain harvesters that are tethered to an uphill anchor machine (typically a bulldozer) that both houses and powers the cable winch (Fig. 2). With the largest risk of serious harm injury associated with motor-manual felling on steep terrain, a number of New Zealand forestry companies are actively encouraging their logging contractors to adopt these mechanised felling/bunching/shovelling systems that can work on very steep slopes.

A comprehensive research project looking at a range of forestry machines working on 'typical' terrain established that most exceeded the safety guidelines of 30 per cent slope for rubber tyred and 40 per cent for tracked machines (Berkett and Visser, 2012). Machine operators typically do not measure actual machine slope, or predict the slopes they might be exposed to when they harvest a block. Interpine Forestry has developed an on-board navigation application, HarvestNav, that provides the operator of any steep slope harvesting machine with information on harvest area terrain.

3. Mechanisation of cable yarder extraction

Most cable yarding rigging configurations in New Zealand still require the use of choker-setters to attach chokers to the felled trees for extraction (Harrill and Visser, 2012). Next to tree fallers, choker-setters have the second highest risk of serious harm injury. The use of grapples on cable yarding systems eliminates the need for choker-setters to work on the steep slopes.

The use of a mechanical grapple, typically coupled with a swing yarder, has been around for a long time. The design of a 'grapple restraint' to help control the movement of the grapple and improve its productivity shows that existing systems can always be improved upon (Evanson and Brown, 2012). However, the mechanical grapple system is typically limited to terrain with good deflection, short extraction distances and good piece size.

Swing yarders are versatile, powerful and fast, but they are also expensive to purchase and operate. Two-thirds of New Zealand yarders are tower yarders (Visser, 2013b), which are not well configured for running skyline/mechanical grapple carriages. With improved control features, a powered grapple carriage can operate successfully on the existing tower yarders. Two types of powered grapple carriages alternatives are now working in New Zealand as shown in Figure 3. The Falcon Forestry Claw is a two-tonne carriage housing an internal engine that powers the grapple.

A comprehensive study, including scenarios of extracting motorised manually-felled stems and machine-felled stems (pre-bunched), showed that significant impro-

vement in productivity can be achieved when working with an excavator/shovel in the cut-over that 'feeds' the stems directly into the grapple (McFadzean and Visser, 2013). The second carriage is the Alpine which was developed in South Africa, but modified for New Zealand conditions. It is hydraulically-powered so relies on accumulated hydraulic pressure to operate the grapple. The advantage of a hydraulically grapple is reduced carriage weight, with the disadvantage of needing to accumulate hydraulic pressure before the grapple can be actuated. One disadvantage of the grapple carriage extraction system is that due to visibility limitations the operator can have difficulty in picking up stems. Traditionally this limitation is overcome by using a 'spotter'. This is a worker who places themselves along the harvest corridor where they are able to see the grapple and the stems to be extracted, and provides feedback to the yarder operator on carriage control commands through a walkie-talkie. Although using a spotter is effective, it does not meet the objective of fully mechanising the system. An idea has been developed to use camera technology to provide the yarder operator with good visual information to assist in the grappling phase.

4. Cable planning and performance monitoring

Most forestry companies actively use GIS, not just as mapping software but extensively as an information management system. It therefore makes sense to create harvest plans in this environment, especially for cable logging operations where terrain information is critical to successful layout of landing locations, setting boundaries and cable corridors.

The Cable Harvest Planning System (CHPS) has been developed to work in the ArcGIS environment - see www.cableharvesting.com - and integrates the fundamental calculations that determine payload with the capability of various machines and rigging configurations. It allows the harvest planner to select their preferred system, and then by identifying landing locations automates the calculation on physical feasibility with regard to both corridor distance and payload limits as shown in Figure 4.

Considerable work has been completed to improve our understanding of skyline tension/deflection/payload relationships. These mathematical relationships are often accurate for standing skyline with fully suspended loads, but they are invariably quite inaccurate for the live-skyline partial suspension scenarios that are most common for large-scale cable yarder operations. Rigging configurations such as North Bend are not included in most analyses packages, and little is known about the new generation of motorised carriages and their effect on skyline tension.

Extensive tension monitoring of various rigging configurations have highlighted the importance of not relying on just mid-span deflection/tension/payload, which is typically the design calculation for most software programmes.

Operational tension monitoring can be used for both immediate operator feedback with regard to both safety

and payload optimising and improving our understanding of the effect of different configurations on actual skyline tension. The one aspect not fully explored is to feed this information back into our cable planning software algorithms to more accurately predict cable tensions, and therefore allow for more advanced payload planning. Automated control systems have long been a feature of the new yarders produced in Europe, but this new technology is now also being developed and retrofitted into the existing larger yarders. Active Equipment of Rotorua has released the ACDAT system that integrates tension monitoring, GPS tracking of the carriage, production monitoring and remote control camera all onto a touch-screen that is designed to be retrofitted into the yarder cab - see www.activeequipment.co.nz. Another example is the Brightwater PLC Air Control system which, in addition to tension monitoring, provides the opportunity to optimise the yarder/winch system performance by selecting the type of rigging system that is used (grapple, carriage or scab) - see www.brightwater.co.nz. This makes it easier to change between configurations.

5. Future opportunities

There has been a very positive synergy between the applied forest operations research work carried out in New Zealand and the implementation of innovations through both equipment development and application by

industry. The focus on mechanisation and modernisation of steep terrain harvesting systems is showing potential for significantly improving both productivity and safety. The new developments presented in this paper each provide an opportunity for improvement, but there remains a greater potential when integrating these individual components into an effective combined 'advanced steep terrain harvesting system'.

Using the GIS-based cable harvest planning software to identify both cable corridors and payload potential, this geo-referenced information could be uploaded into a cable-assisted felling machine application which shows exactly where and how to bunch the felled timber for most effective mechanised extraction using the grapple carriage systems.

The on-board yarder monitoring system can then ensure that the productive potential is achieved safely. This data, which includes payload and tensions, can then be analysed and used for future updates of the harvest planning approach.

*Note

This paper is based on: "Mechanising steep terrain harvesting operations", authored by Rien Visser, Hunter Harrill and Keith Raymond, published in the NZ Journal of Forestry, November 2014, Vol. 59, No. 3.



Figure 1. ClimbiMAX felling machine with winch integrated into chassis.



Figure 2. Purpose-built self-levelling harvester (right) being cable-assisted by the winch mounted on the dozer (left).



Figure 3. Motorised grapple carriers – Falcon Forestry Claw with internal motor (left) and hydraulically powered Alpine (right).

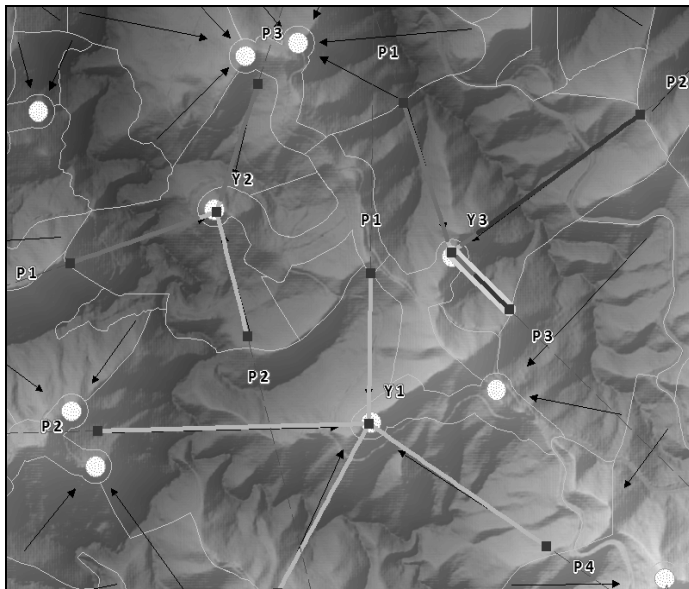


Figure 4. Example of the CHPS map interface which allows the harvest planner to identify landing locations and corridors. Corridor colours are used to denote payload limit ranges.

RIASSUNTO

Innovazione delle utilizzazioni forestali per migliorare salute e sicurezza

La raccolta del legno continua ad essere un lavoro costoso, difficile e pericoloso. Questo è particolarmente vero sui terreni ripidi dove la pianificazione e la gestione delle operazioni di raccolta sono difficili a causa proprio delle condizioni del terreno. Le attività di utilizzazione forestale possono essere in buona parte meccanizzate in aree pianeggianti o su terreni poco pendenti. Al contrario, le stesse attività su terreni ripidi sono ancora tipicamente caratterizzate in gran parte da attività manuali, come l'abbattimento e l'aggancio dei tronchi nell'esbosco con gru a cavo.

Questo lavoro evidenzia le innovazioni tecnologiche, nonché le pratiche innovative che stanno migliorando la sicurezza dei lavoratori. Gli esempi riportati includono

l'uso delle macchine assistite da cavi recentemente sviluppate nel settore delle utilizzazioni per estendere il raggio di azione delle macchine sui pendii più ripidi. In particolare, le macchine assistite da cavi permettono oggi di operare nell'abbattimento e concentrazione del materiale legnoso anche su pendii ripidi. Combinando tali macchine con i nuovi carrelli motorizzati a pinza, utilizzati su particolari impianti di gru a cavo (standard live skyline systems), gli alberi o i tronchi abbattuti possono essere esboscati senza la necessità di aggancio degli stessi da personale a terra, rendendo completamente meccanizzato il lavoro di utilizzazione su terreni pendenti. Per le gru a cavo che ancora utilizzano il Sistema di aggancio dei carichi tradizionale, con personale a terra, l'impiego di sistemi di controllo remoto della stazione motrice permette di eliminare i rischi associati alle difficoltà di comunicazione tra i diversi operatori. I nuovi sistemi di pianificazione delle linee di gru a cavo, sviluppati in ambiente GIS non solo permettono di valutare la fattibilità

dell'esbosco, ma permettono anche di migliorare il livello di integrazione tra le varie fasi di lavoro, concentrando con alberi abbattuti lungo corridoi predeterminati per facilitarne l'esbosco.

REFERENCES

- Amishev D., Evanson T., Raymond K., 2009 – *Felling and Bunching on Steep Terrain – A Review of the Literature*. Harvesting Technical Note HTN01-07, Rotorua, NZ: Future Forests Research Ltd.
- Berkett H., Visser R., 2012 – *Measuring Slope of Forestry Machines on Steep Terrain*. Harvesting Technical Note HTN05-02, Rotorua, NZ: Future Forests Research Ltd.
- Evanson T., Brown D., 2012 – *Improved Grapple Control Using a Grapple Restraint*. Harvesting Technical Note HTN10-04, Rotorua, NZ: Future Forests Research Ltd.
- Harrill H., Visser R., 2012 – *Matching Rigging Configurations to Harvesting Conditions*. Harvesting Technical Note HTN04-06, Rotorua, NZ: Future Forests Research Ltd.
- Harrill H., Visser R., 2014 – *Skyline Tensions and Productivity of a Motorised Grapple Carriage*. Report FFR-H015, Rotorua, NZ: Future Forests Research Ltd.
- McFadzean S., Visser R., 2013 – *Falcon Forestry Claw Grapple: Productivity and Ergonomics Harvesting*. Technical Note HTN05-06, Rotorua, NZ: Future Forests Research Ltd.
- Raymond K., 2010 – *Innovative Harvesting Solutions: A Step Change Harvesting Research Programme*. New Zealand Journal of Forestry, 55 (3): 4-9.
- Raymond K., 2012 – *Innovation to Increase Profitability of Steep Terrain Harvesting in New Zealand*. Proceedings of NZ Institute of Forestry Conference held in Christchurch on 1-4 July 2012.
- Visser R., 2013a – *Tension Monitoring of a Cable Assisted Machine*. Harvesting Technical Note HTN05-11, Rotorua, NZ: Future Forests Research Ltd.
- Visser R., 2013b – *Survey of Yarders Used in New Zealand*. Harvesting Technical Note HTN06-03, Rotorua, NZ: Future Forests Research Ltd.

L'EVOLUZIONE DELL'INSEGNAMENTO FORESTALE: IL CASO ITALIA

Ervedo Giordano¹, Fabio Recanatesi²

¹Prof.re Emerito Università degli Studi della Tuscia, Viterbo

²Dip. D.A.F.N.E. Università degli Studi della Tuscia, Viterbo; fabio.rec@unitus.it

Le “Scienze forestali” si sono formate per risolvere i problemi sorti in seguito al secolare rapporto tra l'uomo e la foresta.

Dopo la descrizione delle origini dell'insegnamento forestale in Europa nella metà del secolo XVIII, vengono presi in esame i principali cambiamenti che si sono verificati nella didattica fino ai nostri giorni, dopo la nascita delle Scuole forestali. I programmi formativi assumono con il passare del tempo maggiore autonomia nei vari paesi e la durata dei corsi passa da due a quattro anni.

Il crescente aumento demografico della popolazione mondiale verificatosi dalla metà del XIX secolo impone alle Scienze forestali di contribuire alla soluzione di problemi planetari come il mantenimento degli equilibri climatici e la difesa e conservazione delle risorse forestali.

Gli anni 70 rappresentano l'inizio di una maggiore considerazione della multifunzionalità delle foreste che doveva portare dopo la Conferenza di Rio sull'ambiente al riconoscimento del ruolo prioritario delle foreste per la sopravvivenza delle popolazioni.

Questo avvenimento influenza positivamente l'educazione forestale e si assiste così ad una nuova impostazione interdisciplinare dei programmi di studio impartiti in numerosi Dipartimenti Universitari.

Nel caso Italia, dal 1999, accanto alla classica laurea quadriennale o quinquennale, sono state introdotte la laurea triennale e la laurea specialistica o magistrale allo scopo di facilitare un inserimento più rapido degli studenti nel mondo del lavoro. Dopo 15 anni e dopo l'applicazione della Legge Gelmini con l'abolizione delle Facoltà e la delega della formazione ai Dipartimenti, l'offerta didattica si presenta molto frammentata e risponde solo parzialmente alle esigenze del mondo del lavoro. Sarebbe quindi auspicabile per superare la generale incertezza un incontro intersettoriale tra i fruitori della filiera foresta-legno-ambiente.

Parole chiave: scienze Forestali, Università.

Keywords: forestry Education, University.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-eg-evo>

1. Premessa

Le “scienze forestali” sono espressione del secolare rapporto tra l'uomo e la foresta per poter disporre del legno, materia prima indispensabile per la sua sopravvivenza e per la sua crescita sociale, economica e culturale.

Dopo aver descritto le origini dell'insegnamento forestale in Europa nella metà del secolo XVIII, vengono presi in esame i principali cambiamenti che si sono verificati fino ai nostri giorni.

Nei primi decenni dell'800, dopo il periodo napoleonico, la riorganizzazione delle Amministrazioni forestali dei Paesi europei ha portato all'affermazione delle Scuole forestali, molte delle quali sono ancora attive.

Dalla Russia, alla Germania, alla Francia, dall'Italia alla Spagna, gli insegnamenti forestali erano prevalentemente rivolti alla formazione dei quadri superiori delle Amministrazioni forestali statali.

Il reclutamento degli allievi avveniva tra i giovani dotati di un diploma in ingegneria, matematica, fisica, botanica, scienze naturali, conseguito presso una

Scuola superiore di alta specializzazione, dopo aver completato gli studi regolari, e gli insegnamenti facevano riferimento, quasi ovunque, al modello germanico.

La durata dei corsi era generalmente limitata a due anni, comprese le esercitazioni estive ed in alcuni casi era integrata da un ulteriore anno di addestramento nelle foreste pubbliche o private, sotto la guida di tecnici esperti.

A partire dalla seconda metà dell'800 e durante i primi decenni del secolo successivo, i programmi di insegnamento che erano, fino ad allora molto simili, iniziano a differenziarsi per rispondere meglio alle caratteristiche ambientali, alle mutate esigenze dei mercati internazionali e sotto la spinta delle innovazioni tecnologiche.

A questo rinnovamento contribuiscono le nuove Facoltà universitarie di Scienze Forestali e di Ecologia Forestale che sorgono in Europa, in Canada, negli Stati Uniti, in India, in Giappone, in Cina, nelle Filippine, e gli insegnamenti forestali, impartiti nelle Facoltà di Agraria.

L'accesso ai corsi non è più soltanto limitato ai dipendenti od agli aspiranti ai Servizi forestali, ma possono venire ammessi tutti gli studenti in possesso di un diploma di scuola superiore.

Per poter inserire anche le discipline propedeutiche di base, quali matematica, fisica, geologia, botanica, zoologia, economia, la durata dei corsi passa da due a quattro anni.

Le Amministrazioni forestali intensificano le attività di ricerca in apposite Stazioni Sperimentali, distribuite nelle varie regioni, a supporto della pianificazione per lo sviluppo dei territori, mentre con l'affermazione del sistema universitario, i programmi di studio assumono maggiore autonomia.

Il crescente aumento demografico della popolazione mondiale, verificatosi a partire dalla metà del secolo XX, impone anche alle Scienze Forestali di contribuire alla soluzione di problemi planetari come il mantenimento degli equilibri climatici, la difesa delle risorse forestali nelle aree tropicali, la lotta contro la desertificazione, la difesa del suolo e della biodiversità. Gli anni 70 rappresentano l'inizio di una maggiore considerazione della multifunzionalità delle foreste che porterà dopo circa 20 anni, durante la Conferenza di Rio sull'ambiente, al riconoscimento del ruolo prioritario delle foreste per la sopravvivenza del pianeta. Questo avvenimento influenza positivamente l'educazione forestale e si assiste così ad una nuova impostazione interdisciplinare dei programmi di studio impartiti in numerosi Dipartimenti universitari.

2. Il caso Italia

L'Unità d'Italia, proclamata nel 1860, ha rappresentato il momento più significativo per la riorganizzazione degli studi forestali.

L'Amministrazione forestale unitaria richiedeva, infatti, un'omogenea formazione tecnica del personale proveniente dalle diverse regioni ed a questo scopo venne istituito, nel 1869 a Vallombrosa, nei pressi della capitale Firenze, l'Istituto Superiore Forestale, sotto la guida di Adolfo de De Berenger, docente di Economia forestale e di selvicoltura.

Numerosi eminenti studiosi assicurarono l'insegnamento nei corsi biennali, la realizzazione di ricerche fondamentali sulla gestione dei boschi ed i vasti arboreti fecero di Vallombrosa, per 45 anni, il più importante centro di riferimento per lo sviluppo delle scienze forestali.

Nel 1914, l'Istituto venne trasferito a Firenze per rendere più agevoli i rapporti con l'Amministrazione e la frequentazione degli allievi e nel 1924 divenne Regio Istituto Agrario e Forestale. Dopo 22 anni, nel 1936, con la realizzazione nell'Ateneo fiorentino della Facoltà di Agraria e Forestale, l'insegnamento prevedeva per il conseguimento della laurea in Scienze forestali un corso di studi di quattro anni, con un primo biennio comune ed il secondo biennio diversificato in una sezione forestale. Le materie propedeutiche comuni erano 17, mentre quelle fondamentali specialistiche comprendevano: botanica forestale, chimica agraria,

agricoltura ed apicoltura, ecologia forestale, selvicoltura generale, tecnologia forestale, dendrometria, costruzioni forestali, ezoognosia, zootecnia, economia rurale, selvicoltura speciale, assestamento forestale, zoologia forestale, sistemazione idraulico forestale, patologia forestale, economia ed estimo forestale, industrie chimico forestali e diritto forestale.

Dopo il secondo conflitto mondiale, la ripresa delle attività didattiche non è priva di difficoltà, poiché le iscrizioni ai corsi sono molto ridotte.

La situazione politica internazionale rende sempre più evidente la necessità di giungere alla creazione della Comunità Europea e nel 1957 nasce il trattato di Roma per lo sviluppo dell'agricoltura, la stabilizzazione dei mercati, il sostegno dei redditi agricoli, l'autosufficienza alimentare. Nel trattato non viene inserito tra i prodotti il legno, né lo sviluppo forestale con conseguenze che porteranno, fino a nostri giorni alla mancanza di una politica forestale europea.

Nel periodo 1970-1980, il deperimento di circa il 30% delle superfici forestali nei paesi dell'Europa centro-settentrionale a causa dell'inquinamento da piogge acide, suscita una forte reazione nell'opinione pubblica contro le politiche territoriali dei governi e sulla gestione dei boschi e l'Unione Europea riconosce l'esistenza nel suo territorio di circa 137 milioni di ha di bosco, privi di ordinamenti comunitari, ma non riesce a stabilire una politica forestale volta a sostenere la multifunzionalità delle foreste.

In Italia, le Facoltà di Agraria affrontano, nel 1985, il problema di ridefinire gli studi forestali, sulla scia del dibattito ambientale sviluppatosi nel Paese.

Il nuovo ordinamento previsto dal DPR n 382/1980 punta su un tipo di formazione che privilegia l'integrazione e l'articolazione disciplinare rispetto ad una formazione approfondita in senso specialistico ed è basato su 25 discipline comuni, pari a 22 annualità e comprende due indirizzi caratterizzati da 4 annualità, pari a 6 discipline. La diversificazione della formazione avviene tra l'indirizzo "tecnico culturale" e quello "gestione dell'ambiente e conservazione del suolo".

È reso obbligatorio il tirocinio pratico applicativo della durata da tre a sei mesi, presso aziende delle Facoltà, aziende riconosciute idonee, strutture dello Stato o regionali, o responsabili dell'inventario forestale nazionale. Prima dell'assegnazione della tesi, che deve derivare da ricerca, progettazione, o sperimentazione, lo studente deve sottoporsi all'accertamento della conoscenza di una lingua straniera.

In relazione all'aumentato peso didattico, la durata del corso di laurea è stato prolungata da 4 a 5 anni.

Questo ordinamento degli studi mantiene la sua validità per un decennio, ma deve subire modifiche radicali in seguito all'adesione dell'Italia alla dichiarazione della Sorbona nel 1998, che ha come obiettivo "l'armonizzazione dell'architettura dei sistemi di istruzione superiore in Europa", resa operativa nell'anno successivo a Bologna con l'inizio del processo di riorganizzazione degli studi universitari.

In pratica, è l'affermazione del modello formativo anglosassone basato su due cicli, il primo della durata

di tre anni ed il secondo livello specialistico di due e sull'attribuzione dei crediti.

Il vantaggio dell'omologazione europea dei curricula consente agli studenti di poter scegliere una formazione più idonea alle proprie capacità e di sviluppare le proprie inclinazioni nei diversi paesi della comunità, attraverso il programma Erasmus.

In questo modo le Università dovrebbero rispondere meglio alle esigenze della società in rapida evoluzione.

Ne sono prova evidente, in Italia, le trasformazioni che si erano verificate nella gestione dell'agricoltura e delle foreste, con il riordino dell'economie locali, con la costituzione delle Comunità Montane, definite con la legge 142/90 "Enti locali" e deputate a svolgere "esercizio associato delle funzioni comunali e la funzione di tutti o parte dei Comuni associati, con la creazione del Fondo Nazionale della Montagna, alimentato da fondi comunitari, statali e degli Enti pubblici.

Agli Enti montani, con la legge 97/94, viene affidato il compito prioritario di gestire il patrimonio forestale, di promuovere i Consorzi forestali, di fornire assistenza tecnica, di monitorare l'ambiente.

In sintesi, la maggior parte di queste attività riguarda la professionalità dei laureati in Scienze forestali, che seguono i nuovi corsi istituiti presso le Facoltà di Agraria, oltreché, di Firenze, di Torino, Viterbo, Ancona, Teramo, Potenza, Reggio Calabria, Palermo, Sassari e Napoli.

Il percorso formativo comunitario dell'istruzione superiore appare idoneo per porre rimedio all'anomalia italiana della prolungata permanenza agli studi della popolazione universitaria. Con la riforma degli ordinamenti didattici, risalenti al 1999, accanto alla classica laurea a ciclo unico, quadriennale o quinquennale, sono state introdotte la laurea triennale e la laurea specialistica o magistrale, ovvero altri due anni di specializzazione e, infine, il sistema dei Crediti Formativi Universitari, i CFU. Le lauree triennali, inizialmente pensate per un inserimento più rapido nel modo del lavoro, sarebbero dovute aumentare in maniera notevole e, invece, a distanza di dieci anni, non si vede ancora il risultato atteso.

L'accurata analisi condotta dalla Federazione Nazionale dei Dottori in Scienze Agrarie e Forestali indica che solo il 15,6% degli studenti è arrivato alla laurea nei tempi stabiliti, mentre il 25,4 % in più di sei anni ed in casi non del tutto rari in più di dieci.

Nel 2001 avviene l'applicazione dei crediti formativi nei vari indirizzi del corso di laurea, che ha assunto la denominazione di "Corso di laurea in Scienze forestali ed ambientali" che comprendono 23 crediti per attività formative di base, 72 crediti caratterizzanti, 7 crediti per attività affini, 27 crediti per attività specifiche, 45 crediti per altre attività. Dopo 11 anni di applicazione e dell'adeguamento alle norme generali sull'istruzione e dei livelli essenziali delle prestazioni, con la Legge "Gelmini" del 30 dicembre 2010, n. 240 le Università sono chiamate ad affrontare un radicale cambiamento

per quanto riguarda la funzione dei Dipartimenti, l'attività dei docenti ed il loro criterio di reclutamento. Stabilità di bilancio, risultati di alto livello di didattica e di ricerca costituiscono d'ora in avanti i principali criteri per valutare gli atenei e le conseguenti risorse a cui possono accedere.

Tali cambiamenti hanno influenzato l'offerta didattica a cui gli studenti oggi possono accedere. I corsi di laurea, che fino all'entrata in vigore della Legge, erano pianificati in base alle differenti competenze che caratterizzavano l'intero corpo docente, davano percorsi di studio altamente caratterizzanti che, per questo motivo, rendevano la figura del Dottore Forestale insostituibile nella comprensione e gestione dei complessi ecosistemi forestali, soprattutto per quelli propri degli ambienti Mediterranei considerati tra i più complessi al mondo.

Nonostante gli intenti della Legge Gelmini fossero quelli di rendere le Università più "virtuose", con l'abolizione delle Facoltà l'organizzazione dell'offerta didattica è delegata unicamente alle risorse dei singoli Dipartimenti. Questi sono strutturati in maniera più complessa e con un corpo docenti non inferiore alle 35 unità, e devono organizzare i propri corsi di laurea avvalendosi unicamente sulle risorse interne. Ciò inevitabilmente ha indotto ogni singolo Dipartimento alla formulazione di uno o più corsi in Scienze Forestali, con il risultato che questi si presentano in una forma spesso frammentata in cui l'offerta didattica, dovendo garantire delle materie ritenute fondamentali, rischia di sovrapporsi in parte tra i vari corsi di laurea. Oltre a disorientare coloro i quali terminati gli studi secondari mostrano interesse per le Scienze Forestali, la riforma non sembra consentire più quel grado di approfondimento attraverso materie altamente caratterizzanti che contraddistingueva in maniera univoca il Dottore Forestale da professioni quali: Geologi, Ingegneri, Botanici, Architetti, etc.

Le tematiche ambientali, con particolare riferimento a quelle connesse agli ecosistemi forestali, oggi sempre di più presuppongono l'impiego di tecnici altamente qualificati, la cui preparazione deve saper far fronte a problematiche che si ripercuotono a scala globale (es. cambiamenti climatici).

3. Conclusioni

Le frequenti modifiche verificatisi nei programmi di studio per il conseguimento della laurea in Scienze Forestali negli ultimi decenni, dopo un lungo periodo di immobilismo e la maggiore flessibilità concessa alle Università di organizzare autonomamente i percorsi di studio ha avuto il benefico effetto di ampliare i settori di applicazione delle Scienze Forestali, per rispondere meglio alle finalità richieste dalle politiche europee al settore agricolo ed a quello ambientale.

Tuttavia, le trasformazioni adottate per la formazione dei nuovi laureati in scienze forestali non hanno avuto il tempo sufficiente per un adeguato riscontro professionale anche in considerazione delle numerose spe-

cializzazioni nei Dipartimenti e nelle Scuole a fini speciali, presenti in poche sedi.

Se si aggiungono le sostanziali modifiche in materia di agricoltura e foreste determinate dagli ordinamenti regionali, dalla politica agricola comunitaria, dalla frequente riorganizzazione del Ministero tradizionalmente competente, ormai limitato all'adempimento delle politiche agricole, alimentari e forestali mediante pochi dipartimenti, tra i quali manca, ironia della sorte, quello forestale, le prospettive sono poco incoraggianti per le scelte professionali dei giovani.

La frammentazione delle scienze forestali tra una miriade di utenti istituzionali non è priva di conseguenze, come dimostra ad esempio, la mancanza nella predisposizione degli interventi preventivi per contrastare l'accentuarsi dei fenomeni catastrofici, quali frane ed alluvioni, surrogati da una enorme quantità di norme, leggi, decreti statali, regionali, provinciali, comunali, che causano pericolosi ritardi.

Appare quindi evidente la scarsa conoscenza di quella idronomia montana col significato di "governo della circolazione idrica in montagna", disciplina a cui il Prof. Manfredi de Horatiis agli inizi del 900 aveva dato nel corso di laurea in Scienze Forestali un sicuro riferimento per coloro che si applicavano alla difesa del suolo ed alla realizzazione di opere di sistemazione idraulica forestale.

Gli esempi potrebbero continuare, ma per tentare di porre rimedio ad una complessa situazione di generale incertezza, condivisa in Europa ed oltre Atlantico nella maggior parte delle Scuole forestali, sarebbe opportuno un incontro intersettoriale sugli effetti della riforma universitaria sulle nuove professioni, per riportare al centro della formazione le Scienze Forestali.

SUMMARY

The evolution of Forestry Education: the Italy case

The "Forestry Sciences" were formed to solve the problems that arose as a result of the centuries-old relationship between man and forest. After the description of the origins of teaching forestry in Europe

in the mid-eighteenth century, are illustrated the major changes that have occurred in education to this day.

The training programs will take more autonomy in the various countries and the length of courses change from two to four years.

The growing population of the world, that occurred starting from the mid-nineteenth century, requires Forestry Sciences to contribute to the solution of global problems such as climate, defence and conservation of forest resources.

The 70's represents the beginning of a greater consideration of the multifunctional role of forests that had to lead, after the Rio Conference on the environment, at the recognition of the key role of forests for the survival of populations.

This event has a positive influence in forest education and so there is a new interdisciplinary curriculum taught in many University Departments.

Since 1999, in Italy, in addition to the traditional four/five-year degree, have been introduced bachelor's degree and master's degree in order to facilitate a more rapid entry of students into the labor market.

After the application of the recent Gelmini law with the abolition of the Faculties and teaching entrusted to the Departments, the Forestry Education results very fragmented and only partially fulfills the requirements of the labor market.

It would therefore be desirable to overcome the general uncertainty by the realization of the meeting among the stakeholders of the forestry and environmental sectors.

BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

European Commission, 2014 – *New approaches to forest education in Russia*. European Commission TEMPUS.

European Forestry Institution, 2013 – *Training and Research Capacities for Forestry Policy Development in Countries with Economies in Transition*. United Nation University, O.N.U.

Lindeckert R., 2010 – *L'enseignement Forestier supérieur en langue Française au Canada*. Revue Forestiere Francaise.

SILVICULTURE MODERNIZATION IN THE SOUTH AFRICAN FORESTRY INDUSTRY

Andrew McEwan¹, Jaap Steenkamp¹

¹Nelson Mandela Metropolitan University, George; Andrew.McEwan@nmmu.ac.za

Silviculture in the South African forestry industry has in the past been characterized by manually intensive operations. Studies have shown that many of these operations are ergonomically inferior and pose unacceptably high safety risks. Additional factors have resulted in reduced manual labour availability and productivity. These include rural to urban migration of labour, increased social welfare payments by government, the low social status of manual labour, the improved secondary school education system, increased absenteeism and turnover, and the effects of HIV and AIDS. Studies have been commissioned at both industry level and within companies to try and address the identified problems.

Modernization should also ensure that the quality of silvicultural activities is not compromised, and that the new or modified activity contributes to improved value chain efficiencies. The modernization focus was placed on residue management, site preparation, establishment, coppice management, weed control and fire protection activities. The specific activities that posed a high ergonomic or safety risk were identified in each of these silvicultural categories. Where existing science and technology was missing for specific activities, or not entirely suitable, the industry partnered with suppliers to develop novel and innovative solutions. Current results show that silvicultural operations in South Africa can be modernized to supply decent work to labour. The industry is currently in an implementation phase whereby high risk operations are being modernized using appropriate technologies.

Keywords: Silviculture, modernization, South Africa, ergonomics, safety.

Parole chiave: Selvicoltura, modernizzazione, Sud Africa, ergonomia, sicurezza.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-ame-sil>

1. Introduction and background

Silviculture in the South African forestry industry has in the past been characterized by manually intensive operations. Studies have shown that many of these operations are ergonomically inferior and pose unacceptably high safety risks (Scott *et al.*, 2004). Additional factors have resulted in reduced manual labour availability and productivity. These include rural to urban migration of labour, increased social welfare payments by government, the low social status of manual labour, the improved secondary school education system, increased absenteeism and turnover, and the effects of HIV and AIDS. Studies have been commissioned at both industry level and within companies to try and address the identified problems. These studies mostly conclude that a modernization of silvicultural operations is necessary in order to make the existing labour safer, more productive and not suffer from poor health.

The objective of this paper is to document the silvicultural modernization process followed in South Africa. It is a common perception that South Africa has an oversupply of labour. This perception comes from

the unemployment figure of 25.4 per cent (fourth quarter 2014) and an average unemployment figure for the period 2000 to 2014 of 25.27 per cent (Statistics South Africa, 2014).

However, research done by Steenkamp (2008) revealed productivity decreases and difficulty to source suitable labour for tedious hard forestry work like manual pitting, fertilizing, hoeing and planting. The difficulty of finding suitable labour for these forestry activities that are considered to be of low social status was aggravated by the average incidence of HIV measured at forestry contractors to be 43 per cent in 2005 (Steenkamp, 2008).

The result of this under supply of labour was an increased cost to labour due to scarcity, aggravated by increased labour absenteeism and turnover. The increased market cost was superseded by a sectoral wage determination for forestry. Steenkamp (2008) predicted that the conversion point from labour to capital would be reached in the near future and it materialized since 2012, when the first timber grower company embarked on a modernization strategy to do silviculture forestry activities.

Ergonomics and safety were also cited as major drivers

for modernization. The ageing population of forestry workers and employment competition from especially the mining sector were also cited as drivers of modernization (Da Costa, personal communication, 2014). As can be viewed in Figure 1, in South Africa there is also a trend that labour is migrating from rural to urban areas to look for decent job opportunities and the prospects of better social circumstances (United Nations Department of Economic and Social Affairs, 2014). A significant increase in social welfare payments, especially in rural areas, has also eroded the number of people actively looking for employment. The number of people receiving a government grant at 31 August 2014 numbered 16 368 403. (South African Social Security Agency, 2014).

The result of the socio-economic environmental changes, the difficulty to source suitable labour for silviculture activities and the expectations from labour unions prompted modernization, and grower companies had to revise their strategies to remain competitive in international markets for timber derived product (Godsmark, personal communication, 2014). To enable grower companies to stay competitive on world markets, it was critical to research what equipment was available and how the process of modernization should be conducted in South Africa to ascertain economic sustainability. The cost of labour versus the cost of the employment of capital is critical in the decision making process of modernization. Increased capital investment causes higher fixed costs for a business and this implies higher financial risk (Brink, personal communication, 2014). Brink (personal communication, 2014) and Da Costa (personal communication, 2014) emphasize the importance of training of users and operators of equipment to ensure the safe, appropriate and productive use of modern equipment and systems to optimize financial viability and reach the goals of modernization.

2. The drivers of silviculture modernization

Even though there are many drivers of silvicultural modernization, only the main drivers are discussed. These are health and safety; social status and education; migration patterns in the South African labour market; HIV and AIDS, productivity, labour turnover and absenteeism; and sectoral wage determination, labour legislation and social grants.

2.1 Health and safety

According to Scott (2009), from an ergonomic point of view, it is not good for the human muscle-skeletal system to do hard work where bending of the back is required. Many activities, such as pitting and planting, require bending over to an extent. These activities also require substantial energy, with Scott *et al.* (2004) indicating that many labourers do not have an adequate nutritional intake for the activity performed. Linked to nutrition, Steenkamp (2008) found that nutrient supplementation improved the productivity of such activities.

The safety of workers is of paramount importance and injuries and fatalities are viewed in a very serious light and as unacceptable. Although the effect of HIV and AIDS on safety was not studied in particular, it is assumed, especially combined with malnutrition that the risk of injury is increased. The number of people employed correlates to the risk attached to the operation. Modernization of silviculture activities reduces the number of people in-field and hence the probability of injury.

2.2 Social status (esteem) and education

Social status is a very important contributing factor to the un-willingness of people to be involved in the strenuous silviculture activities (Steenkamp, 2008). Job level and type of job (activity) is narrowly linked to social status and the empowerment of the person. People with a Grade 12 qualification are in most instances not prepared to do hard manual labour, but would seek employment in lower level management jobs and will migrate from rural areas to urban areas in the hope to be employed in a position with higher social status.

2.3 Migration patterns in the South African labour market

According to the United Nations Department of Economic and Social Affairs (2014), the rate of urbanization is increasing. This increase in urbanization is caused by the perception of employment seekers that they will find employment in urban areas and in the mining sector (Da Costa, personal communication, 2014).

2.4 HIV and AIDS, productivity, labour turnover and absenteeism

Steenkamp (2008) correlated HIV and AIDS narrowly with reduced productivity, increased labour turnover and increased absenteeism. The combined effect of these factors leads to decreased safety, increased labour scarcity and increased costs. Improved nutrition was offered as a mitigant, but a more important mitigant that was suggested was an increased level of the employment of capital.

2.5 Sectoral wage determination, labour legislation and social grants

Due to the high levels of unemployment the South African Government established social grants to alleviate poverty and improve the social circumstances of disadvantaged people. The number of grants paid during August 2014 numbered 16 386 403 (South African Social Security Agency, 2014). Some people that are discouraged are not looking actively for employment. It is deducted that these people are satisfied with receiving a grant. People not looking for work are excluded from the unemployment figures. The minimum forestry wage was R1,428.70 per month during 2012 and increased to R2,229.32 per month in 2013 and to R2,420.41 per month in 2014 (Godsmark, personal communication, 2014a). The current proposal

by Government is a national minimum wage of approximately R5,400 per month (Godsmark, personal communication, 2014b). Forestry South Africa stated in a communique to members that it is expected that such an increase in wages will further increase the differential cost between labour and capital and will hence accelerate the employment of capital (Godsmark, personal communication, 2014b).

3. Silviculture modernization and equipment

Modernization should also ensure that the quality of silvicultural activities is not compromised, and that the new or modified activity contributes to improved value chain efficiencies. Due to high unemployment in South Africa, modernization does not necessarily refer to mechanisation, although mechanisation was not excluded as an option. The specific activities that posed a high ergonomic or safety risk were identified in each of these silvicultural categories. As a result, the modernization focus was placed on residue management, site preparation, establishment, coppice management, weed control and fire protection activities. An international benchmarking of plantation silviculture operations, and agricultural operations, took place to identify existing and/or innovative science and technology that could be used within the industry to mitigate the identified high risk activities. Where existing science and technology was missing for specific activities, or not entirely suitable, the industry partnered with suppliers to develop novel and innovative solutions. Much of the information sourced for this article is derived from personal communication with those experts currently involved in the modernization processes in various companies. Little published information is currently available.

This drive to increase silviculture modernization and mechanization has resulted in existing techniques (both national and international) and new innovative techniques for operations being identified, tested and implemented. Examples of these are discussed below.

3.1 Fire management

Modern methods to employ for fire management include discing with an agriculture tractor where site conditions allow. This makes combustible materials mix with soil and hence reduces combustible fuel load. Another method is sweeping away of combustible materials with skid-steer attachments to create temporary fire belts, mainly in emergency situations. Stump cutting attachments allow for access to compartments. A further development is extreme off-road carriers for firefighting purposes on steep terrain. (Da Costa, personal communication, 2014).

3.2 De-stumping

De-stumping is required for access to compartments. This process is enhanced if mulching is used, as the fuel load is modified to a less combustible composition and stumps are cut to be level with the ground, allowing access to vehicles and equipment for silviculture and protection operations. The current

experience is that mulching is costly due to the very high energy input required. The cost is aggravated when the soil contains rock and damages the mulching tips (Da Costa, personal communication, 2014). Mulchers require highly skilled operators to be productive with high utilization and cost effectiveness. According to McMaster (personal communication, 2014), it is preferred to cut *Eucalyptus* stumps below ground level to reduce their coppicing ability. A stump cutter that cuts stumps of up to 600mm in diameter is currently being tested. From observing the activity, the process seems to be slow and it may take up to one minute to cut a single stump. The slow functioning of the stump cutter results in high costs for stump cutting. A Marshall Tree Saw is being employed by a grower company and test results are promising for cutting stumps at ground level or just below ground level (Da Costa, personal communication, 2014).

3.3 Pitting and planting

Various pitting equipment was tested from 2010 onwards. The equipment varied from chainsaw engine driven augers to compact excavator based rotating pitting heads. The motor-manual machines like the small engine driven hand held augers, seen in Figure 2, and tractor driven, person controlled machines, still pose significant safety risk, even if improvements are made, such as the ergonomic improvements to the hand held auger shown in Figure 3. There is also little or no control regarding the quality of pits and the number of pits completed per time period.

The compact excavator based units, shown in Figure 4, are fitted with a Process Logic Control computer system. The system counts completed pits (350mm diameter and 350mm deep), records the entire shift performance and GPS position of every pit. This information is sent automatically via e-mail to designated e-mail addresses at pre-set intervals. The recording of the management information serves as a management control over the activity and it enables the compiling of three dimensional maps of the completed area. (Stenkamp, personal communication, 2014). The consistent quality of the pits is viewed as an advantage to achieve more uniform stands and earlier canopy closure. The compact excavator pits are suitable for semi-mechanized planting as opposed to the motor-manual pits that are invariably not suitable for semi-mechanized planting due to variations in pit size, as there is no control over the quality of the planting pit (Viero, personal communication, 2014).

Semi-mechanized planting equipment comprises a trailer drawn by an agriculture tractor. The typical configuration on a planting trailer includes two water or hydro-gel tanks with pneumatic activation, feeding a boom carrying up to six manual or pneumatically operated planting tubes. The person at each planting tube is responsible for spading the planting tube into the prepared pit, putting the seedling into the tube and activating the water or gel depositing. The depth of planting cannot be controlled well and hence seedlings of 350mm long are recommended for planting when

using a semi-mechanized planting unit (Viero, personal communication, 2014).

3.4 Fertilizer application

It is common practice in South Africa to fertilize *Eucalyptus* at the time of planting or within a few weeks after planting. Fertilizing is a labour intensive practice, but important for yield enhancement, and therefore it is important to execute the activity with precision. The pre-modernization process entailed the use of a stick to prod a hole on opposite sides of the seedling, approximately 150mm from the seedling, and to fill these holes with a specific quantity of fertilizer by cutting a tin or plastic container to the size for the required amount of fertilizer. The changes through the process of modernization were to a back-pack, carried by a person, but with a depositor with a scissors action to discharge a fixed quantity of fertilizer. The back pack applicators lack the ability to discharge the desired quantity of fertilizer and also can result in the operators not being accurate in the application of fertilizer.

The result of this is a loss in growth and yield. The latest trend is to combine fertilizer with the pitting

process, but then planting needs to be within a very short time period after pitting to ensure good utilization of the fertilizer.

According to Viero (personal communication, 2014) the ideal is to fertilize the seedlings after their roots have colonized the soil around the seedling. At any earlier stage, a significant quantity of the fertilizer cannot be utilized by the seedling as the root distribution is limited.

4. Conclusion

Current results show that silvicultural operations in South Africa can be modernized to supply decent work to labour.

The industry is currently in an implementation phase whereby high risk operations are being modernized using appropriate technologies. Coupled with the implementation process are the requirements of continual training, multi-skilling of operators, the improvement of supervisors, and a continual focus on new practices to promote the well-being and productivity of silvicultural labour and operators.

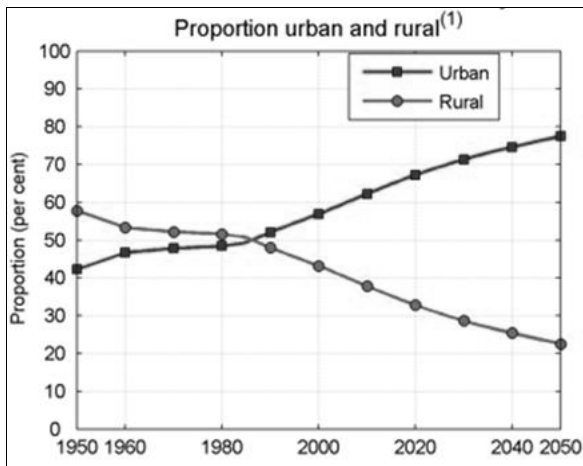


Figure 1. Urbanisation in South Africa (United Nations Department of Economic and Social Affairs, 2014).



Figure 2. Hand held motorised auger.



Figure 3. Hand held motorised auger with improved ergonomic design.



Figure 4. Modern mechanised pitting with mini excavator.

RIASSUNTO

Modernizzazione della selvicoltura nell'industria forestale sudafricana

La selvicoltura nel settore forestale sudafricano è stata caratterizzata in passato da operazioni svolte con un'alta incidenza del lavoro manuale.

Diversi studi hanno dimostrato che molte di queste operazioni sono ergonomicamente insostenibili e comportano ad inaccettabili alti rischi per la sicurezza. Altri fattori hanno portato a una ridotta disponibilità e produttività del lavoro manuale. Tra questi si possono indicare i flussi demografici della forza lavoro dalle aree rurali a quelle urbane, l'aumento dei contributi sociali da parte del governo, il basso status sociale del lavoro manuale, il miglioramento del sistema di istruzione della scuola secondaria, il maggiore assenteismo e il turnover, e gli effetti di HIV e AIDS.

Studi sono stati commissionati, sia a livello di settore industriale, sia all'interno delle imprese per cercare di identificare e affrontare i problemi correlati al lavoro manuale. La modernizzazione, oltre a risolvere i problemi della forza lavoro, dovrebbe anche assicurare che la qualità delle attività selvicolturali non sia compromessa, e che le nuove o modificate attività contribuiscano a una migliore efficienza della filiera forestale. La modernizzazione in sud africa si è concentrata sulla gestione dei residui di utilizzazione, sulla preparazione del terreno e l'impianto, sulla gestione del ceduo, il controllo delle infestanti e l'attività di prevenzione e protezione contro gli incendi. Le attività specifiche che comportano un alto rischio ergonomico e di sicurezza sono state individuate in ciascuna di queste categorie selvicolturali.

Dove la scienza e la tecnologia esistente non dava risposte o non era del tutto idonea allo svolgimento di attività specifiche, l'industria ha collaborato con gli operatori per sviluppare soluzioni originali e innovative. I risultati attuali mostrano che le operazioni selvicolturali in Sudafrica possono essere modernizzate consentendo condizioni di lavoro dignitose.

L'industria forestale è attualmente in una fase di applicazione dei processi di modernizzazione per mezzo dei quali le operazioni ad alto rischio sono in corso di modernizzazione con tecnologie appropriate.

REFERENCES

- Brink M., 2014 – *Discussion on mechanisation in South African forestry*. [Conversation] (Personal communication, 9 December 2014).
- Da Costa D., 2014 – *Discussion on mechanisation and modernization in South Africa*. [Conversation] (Personal communication, 9 December 2014).
- Godsmark R., 2014a – *Forestry labour rates in South Africa*. [Email] (Personal communication, 9 December 2014).
- Godsmark R., 2014b – *Discussion on the effect of labour on forestry business strategy*. [Conversation] (Personal communication, 9 December 2014).
- McMaster G., 2014 – *Discussion on destumping equipment*. [Conversation] (Personal communication, 7 November 2014).
- Scott P.A. ed., 2009 – *Ergonomics in Developing Regions: Needs and Applications*. London: CRC Press.
- Scott P.A., Christie C., James G., Todd A., 2004 – *Ergonomics Report Forest Harvesting: Ergonomics Evaluation for FESA*. Forest Engineering South Africa. ICFR, South Africa.
<http://dx.doi.org/10.1201/9781420079128>
- South African Social Security Agency (SASSA), 2014 – *A statistical summary of social grants in South Africa. Fact sheet: Issue no 8 of 2014 – 31 August 2014*. Pdf available at: <http://www.sassa.gov.za/index.php/statistical-reports>. Accessed 9 December 2014.
- Statistics South Africa, 2014 – *South Africa Unemployment Rate*. Available at <http://www.tradingeconomics.com/south-africa/unemployment-rate>. Accessed 9 December 2014.
- Steenkamp H.P., 2014 – *Discussion on computer systems on silvicultural machines*. [Conversation] (Personal communication, 8 September 2014).
- Steenkamp J.C., 2008 – *The effect of HIV and AIDS on the viability and management of forestry contracting businesses in South Africa*. DBA. Port Elizabeth: Nelson Mandela Metropolitan University.
- United Nations Department of Economic and Social Affairs, 2014 – *World Urbanization Prospects, the 2014 revision*. Available at <http://esa.un.org/unpd/wup/Country-Profiles/Default.aspx>. Accessed 9 December 2014].
- Viero P., 2014 – *Discussion on pitting and planting*. [Conversation] (Personal communication, 5 December 2014).

LOGGING ACTIVITIES IN SLOPE AREAS, HELI-LOGGING OR CABLE YARDER IN ITALY

Luca Calienno¹, Gabriele Camillotti², Angela Lo Monaco¹, Rodolfo Picchio¹
Alessandro Sirna¹, Raffaello Spina¹

¹Department of Agriculture, Forests, Nature and Energy, University of Tuscia, Viterbo (Italy); r.picchio@unitus.it

²Italian Forestry Department, Law Enforcement Agency, Ser. I - Div. 4[^], Roma (Italy)

The aim of this paper was to compare cable yarders and helicopters during extraction activities in steep terrains.

The harvesting was carried out in two different situations:

- 1) clear cutting in a fir plantation;
- 2) thinning in a black pine plantation.

Three helicopters (Agusta Bell 412, Aérospatiale AS 332 L and Aérospatiale AS 350 Ecureuil) and two cable yarders were compared (Greifenberg TG 430 and Vallauri VS 10 Endmast) were compared.

In the first area the helicopter AS 332 L was more affordable than the Greifenberg TG 430 cable yarder for the extraction, while the Agusta Bell 412 was the most expensive.

In the second area, the extraction by Vallauri VS 10 Endmast cable yarder was the most affordable, but the costs were similar at the extraction by helicopter AS 350 Ecureuil. The extraction by Agusta Bell 412 was the most expensive.

In thinning the direct costs of helicopter and cable yarder were similar, but in a clear cutting the use of helicopter was more affordable than cable yarder. In both situations, the Agusta Bell 412 helicopter was the solution with the highest direct costs.

In difficult forest areas poorly served by roads, heli-logging can be an option in timber extraction because it reduces the need to construct new tracks. The construction of new roads can be invasive especially in mountain areas with steep slopes.

Keywords: helicopter, extraction, cable yarder, machine costs.

Parole chiave: elicottero, esbosco, gru a cavo, costi macchina.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-lc-log>

1. Introduction

Wood extraction in Italy are performed using traditional ground-based methods such as animals and tractors with winch. The aim of this study was to compare new different extraction systems with low soil impact such as cable logging and helicopter logging. As well as studying the economic point of view of the aerial logging, the environmental, social and operational aspects were considered. The morphology of the terrain, the characteristics of the forest and of the infrastructures and also the kind of management were considered. The comparison cable yarder vs helicopter was carried out taking into consideration three models of helicopters.

2. Materials and methods

Methodology had taken into account two different types of sites.

The first area, about 50 ha, was a silver fir (*Abies alba* Mill.) plantation 70 years old. Some circular areas of 60 m of diameter were harvested interesting the 40%

of the surface. The harvesting operation aimed at releasing the advance regeneration of native hardwood, naturally established. Trees were felled and processed by chainsaw and then extracted to the landing area. An uphill single permanent road crosses the forest area and any other trail is present. The average bunching, extraction and transport distance was 7 km (average bunching-extraction distance about 750 m, average transport distance over 6 km). A service landing for the aerial logging was approximately 2 km from the felling site.

The other site, 40 ha, was a black pine (*Pinus nigra* Arnold) plantation 33 years old. Thinning was planning as the systematic elimination of one row every two and the selective cutting of the worst trees in the remaining standing rows.

The harvesting operation aimed at releasing the advance regeneration of native hardwood, naturally established under the black pine canopy. Trees were felled and processed by chainsaw and then extracted at the landing area. The skid trails used during plantation were still recognizable at the moment of our study.

The service road density was 37.4 m/ha for the forest road and 30.2 m/ha for the skid trails. The average bunching, extraction and transport distance was 4 km (average bunching-extraction distance about 250 m, average transport distance over 3.5 km). A service landing for the aerial logging was approximately 1.2 km from the felling site.

In the first area an Agusta-Bell 412 (Tab. 1) and an Aérospatiale AS 332 (Tab. 1) helicopters were used to extract the logs. An agricultural tractor SAME Iron 115DT, with a forest loader Kastle 35.56 Z (Tab. 2), was used for logs movement at the landing.

This heli-logging method was compared with a traditional mixed method (aerial and ground based). A Greifenberg TG 430 cable yarder (Tab. 3) was used to extract the logs, and an agricultural tractor SAME Iron 115DT carried with a forest loader Kastle 35.56 Z and a trailer Bernardi B 140 4WD (Tab. 3) was used for logs transport and movement.

In the other site the aerial logging operations were performed with the Agusta-Bell 412 (Tab. 1) and the Aérospatiale AS 350 Ecureuil (Tab. 1) helicopters. At landing area the logs movement were performed by agricultural tractor SAME Iron 115DT equipped with a forestry loader Kastle 35.56 Z. This heli-logging method was compared with a traditional mixed method (aerial and ground based). Vallauri VS 10 Endmast cable yarder was used to extract the logs and a HSM 208 F - 12 t (Tab. 4) forwarder was used for logs transport and movement.

Based on similar studies, productivity and working times analysis were carried out (Harstela, 1991; Picchio *et al.*, 2011; Picchio *et al.*, 2009; Verani *et al.*, 2009). The operational costs were calculated including the machinery costs, the cost of personal protective equipment (PPE), and the human work costs (Berneti and Romano, 2007; Brun and Berruto, 2000; Iaconi and Romiti, 2001; Hippoliti, 1997; Hippoliti and Piegai, 2000; Merlo, 1991).

3. Results

3.1. First study area

The most important productivity parameters are shown in table 5. In this first area, the best productivity was recorded for the heli-logging, compared with the cable yarder logging. However, analyzing the results in terms of utilization costs, the Aérospatiale AS 332 L (28,548.60 €/ha) for heli-logging was more affordable in comparison with the Greifenberg TG 430 cable yarder (32,842.70 €/ha). The helicopter Agusta Bell 412 was the most expensive (44,690.70 €/ha).

3.2. Second study area

Also in this case the helicopter productivities are higher than those of the cable yarder (Tab. 6). However, analyzing the costs of utilization, the Vallauri VS

10 Endmast was the most affordable (38,140.10 €/ha), but the AS 350 Ecureuil helicopter showed similar costs (38,186.60 €/ha). The heli-logging by Agusta Bell 412 (53,864.20 €/ha) was more expensive than the other logging methods.

4. Conclusion

Heli-logging is generally considered the most expensive logging method but is not always true. In some situations, heli-logging could be a good option when the load landing areas are well organized with enough space to ensure an efficient and safe movement. This study, for thinning operation, has indicated that the heli-logging cost is competitive with cable yarder. In final cutting, the cable yarder logging is the most affordable. This result was due to a large average unitary log volume (Stampfer *et al.*, 2002).

The comparison among the three helicopters used showed that the extraction by Agusta Bell 412 was more expensive. This is due to the highest purchase costs of Agusta Bell 412 in relation to payload and to low fly speed of this helicopter.

A key aspect is that the Agusta Bell 412 helicopter was designed in the early '70s and derived from an existing machine (Agusta Bell 212). This helicopter is an old model that over the years has undergone only continuous modifications and improvements but not enough to make up for the latest technical innovations.

The others two models were designed with greater technological contributions. A good compromise was reached with the helicopter Aérospatiale AS 332 where the large capacity in terms of passenger transport is combined with a high load capacity. The heli-copter Aérospatiale AS 350, designed after the Aérospatiale AS 332, probably owes its success to the development of a design that aimed at further reducing weight, cost, maintenance, with good advantage for the payload, speed and affordability.

In comparisons with the conventional ground-based extraction methods, the heli-logging provides the following environmental advantages: reducing damage to residual trees, forest vegetation and soil, reducing the needs to open new forest road for the extraction. Also the cable yarder has the same positive aspects.

The differences between the two methods are in function of the silvicultural decisions and of the station parameters that affect work productivities and costs.

Cable yarder and more so heli-logging are a preferred alternative over conventional ground-based methods when logging are necessary in environmentally sensitive terrain, in extremely steep areas with slopes over than 40%.

Table 1. Parameters of the helicopters used in this study.
 Tabella 1. Parametri degli elicotteri utilizzati in questo studio.

	<i>Agusta Bell 412</i>	<i>Aérospatiale AS 332</i>	<i>Aérospatiale AS 350</i>
<i>Pilots</i>	1-2	2	1
<i>Length (fuselage) (m)</i>	17.1	16.29	10.93
<i>Rotor diameter (m)</i>	14.0	15.6	10.7
<i>Height (m)</i>	4.6	4.8	3.14
<i>Area rotor disc (m²)</i>	154.4		89.75
<i>Empty weight (kg)</i>	3079	4100	1174
<i>Maximum (take off) weight (kg)</i>	5397	8600	2250
<i>No. of engines and power (kW)</i>	2 × 671	2 × 1300	1 × 632
<i>Maximal speed (km/h)</i>	259	278	287
<i>Cruise speed (km/h)</i>	226	252	245
<i>Flight radius (km)</i>	745	841	662
<i>Service ceiling (m)</i>	6096	6100	4600
<i>Vertical climb rate (m/s)</i>	6.86	8.2	8.5

Table 2. Technical data of tractor Same Iron 115 DT and the forestry loader Kastle 35.56 z.
 Tabella 2. Dati tecnici del trattore Same Iron 115 DT e del caricatore forestale Kastle 35.56 z.

<i>SAME Iron 115 DT</i>		<i>Kastle 35.56 z</i>	
<i>Cylinders/Displacement (no./cc)</i>	6/6057	<i>Lifting capacity at 2 mt (kg)</i>	1700
<i>Aspiration</i>	Turbo intercooler	<i>Lifting capacity at 3 mt (kg)</i>	1175
<i>Max. power (kW)</i>	89	<i>Lifting capacity at 5 mt (kg)</i>	715
<i>Rated speed (rpm)</i>	2300	<i>Lifting capacity at 5,6 mt (kg)</i>	580
<i>Max. torque (Nm)</i>	420	<i>Slewing speed (U/min)</i>	7.2
<i>Max. torque speed (rpm)</i>	1200-1800	<i>Slewing torque (kNm)</i>	7.1
<i>Max. length without link arms (mm)</i>	4370	<i>Conveying capacity (l/min)</i>	70
<i>Width min.- max (mm)</i>	1880-2480	<i>Weight without equipment (kg)</i>	890
<i>Max. height at cab (mm)</i>	2765		
<i>Wheelbase (mm)</i>	2647		
<i>Weight with safety frame (kg)</i>	4850		
<i>Max. speed (km/h)</i>	50		
<i>Max. lifting capacity (kg)</i>	6200		

Table 3. Technical data of cable yarder Greifenberg TG 430 and trailer Bernardi B 140 4WD.
 Tabella 3. Dati tecnici della gru a cavo Greifenberg TG 430 e del rimorchio Bernardi B 140 4WD.

<i>Greifenberg TG 430 Tractor</i>		<i>Bernardi B 140 4WD</i>	
<i>Mass</i>	4000 kg	<i>Maximim load</i>	14000 kg
<i>Carrying cable diameter</i>	16 mm		
<i>Pulling cable diameter</i>	10 mm	<i>Weight</i>	3800 kg
<i>Carrying cable length</i>	430 m	<i>Axles</i>	n° 2
<i>Pulling cable length</i>	450 m		
<i>Pulling maximum speed</i>	5.5 m/s		
<i>Carring cable maximum tension</i>	67 kN		
<i>Maximum pulling tension</i>	31 kN		
<i>Minimum tractor power</i>	75 CV		

Table 4. Technical data of Vallauri VS 10 ENDMAST and Forwarder HSM 208 F - 12 t.
 Tabella 4. Dati tecnici della gru a cavo Vallauri VS 10 ENDMAST e del Forwarder HSM 208 F - 12 t.

<i>VS 10 ENDMAST VALLAURI</i>		<i>Forwarder HSM 208 F - 12 t</i>	
<i>Tower height</i>	10 m	<i>Power engine</i>	171 kW
<i>Carrying cable diameter</i>	22 mm	<i>Tires</i>	No. 8
<i>Carrying cable winch capacity</i>	1100 m	<i>Max. speed</i>	28 km/h
<i>Carrying cable traction capacity</i>	12 t	<i>Max. width</i>	240 cm
		<i>Max. length</i>	465 cm
		<i>Max. height</i>	126 cm
		<i>Weight</i>	14.9 t
		<i>Load capacity</i>	12 t

Table 5. Productivities and costs of the first study area.
 Tabella 5. Produttività e costi della prima area di studio.

	<i>Agusta Bell 412</i>	<i>Aérospatiale AS 332 L</i>	<i>Greifenberg</i>
<i>Mass (t/ha)</i>	276.5	276.5	276.5
<i>PHS 15 (ts.f.h⁻¹op.⁻¹)</i>	2.54	2.85	1.18
<i>PHS 0 (ts.f.h⁻¹op.⁻¹)</i>	3.12	3.57	1.37
<i>Total cost (€ ts.f.⁻¹)</i>	161.63	103.25	118.78
<i>Cost (€/ha)</i>	44690.7	28548.6	32842.7

Table 6. Productivities and costs of the second study area.
 Tabella 6. Produttività e costi della seconda area di studio.

	<i>AS 350 Ecureuil</i>	<i>Agusta Bell 412</i>	<i>Vallauri</i>
<i>Mass (t/ha)</i>	273.7	273.7	273.7
<i>PHS 15 (ts.f.h⁻¹op.⁻¹)</i>	1.61	1.72	0.81
<i>PHS 0 (ts.f.h⁻¹op.⁻¹)</i>	1.9	2.03	0.95
<i>Total cost (€ ts.f.⁻¹)</i>	139.52	196.8	139.35
<i>Cost (€/ha)</i>	38186.6	53864.2	38140.1

RIASSUNTO

Utilizzazioni in aree acclivi, possibile impiego degli elicotteri in alternativa alle gru a cavo in Italia

La finalità di questo lavoro è confrontare gru a cavo ed elicotteri per l'esbosco di soprassuoli che si trovano su pendenze elevate. Sono state studiate le utilizzazioni in due situazioni diverse:

- 1) taglio a raso a buche in rimboschimento a prevalenza di abete bianco;
- 2) diradamento in rimboschimento di pino nero.

I raffronti sono stati fatti tra tre modelli di elicottero (Agusta Bell 412, Aérospatiale AS 332 L e Aérospatiale AS 350 Ecureuil) e tra due modelli di gru a cavo (Greifenberg TG 430 e Vallauri VS 10 Endmast).

Nella prima area il cantiere meno costoso è quello in cui viene impiegato l'AS 332 L che risulta più conveniente di quello con gru a cavo Greifenberg TG 430.

L'altro cantiere con elicottero (Agusta Bell 412) ha evidenziato invece costi di utilizzazione notevolmente superiori.

Nella seconda area, il cantiere più conveniente è quello in cui viene impiegata la gru a cavo Vallauri VS 10 Endmast ma i costi sono risultati simili a quelli ottenuti con l'elicottero AS 350 Ecureuil. L'Agusta Bell 412 ha evidenziato anche in questa situazione costi superiori.

Nel caso di diradamento i costi dell'elicottero e della gru leggera si equivalgono, mentre nel taglio raso il mezzo aereo è economicamente più vantaggioso rispetto alla gru media.

Si evidenzia che l'utilizzo dell'Agusta Bell 412 non risulta mai conveniente.

Un aspetto fondamentale è che l'impiego di mezzi aerei elimina la necessità di realizzare nuovi archi viari, permettendo di evitare l'impatto di opere invasive in aree con alte pendenze.

REFERENCES

- Berneti I., Romano S., 2007 – *Economia delle risorse forestali*. Liguori Editore, Napoli.
- Brun F., Berruto R., 2000 – *Confronto fra modelli colturali cerealicoli: organizzazione e costo della meccanizzazione*. Assessorato Agricoltura, Caccia e Pesca della Regione Piemonte.
- Harstela P., 1991 – *Work-studies in forestry*. Silva Carelica, 18: 41.
- Hippoliti G., 1997 – *Appunti di meccanizzazione forestale*. Studio Editoriale Fiorentino, Firenze.
- Hippoliti G., Piegai F., 2000 – *La raccolta del legno, tecniche e sistemi di lavoro*. Compagnia delle Foreste, Arezzo.
- Iacoponi L., Romiti R., 2001 – *Economia e politica agraria*. Il Sole 24 ore, Edagricole, Bologna.
- Merlo M., 1991 – *Elementi di economia ed estimo forestale ed ambientale*. Patron Editore, Padova.
- Picchio R., Maesano M., Savelli S., Marchi E., 2009 – *Productivity and energy balance in the conversion into high forest system of a Quercus cerris L. cop-pice in Central Italy*. Croat J. Forest Eng, 30 (1): 15-26.
- Picchio R., Spina R., Maesano M., Carbone F., Lo Monaco A., Marchi E., 2011 – *Stumpage value in the short wood system for the conversion into high forest of an oak coppice*. For. Stud. China, 13: 252-262.
- Stampfer K., Gridling H., Visser R., 2002 – *Analyses of parameters affecting helicopter timber extraction*. Int. J. For. Eng., 13: 61-68.
- Verani S., Sperandio G., Picchio R., Savelli S., 2009 – *La raccolta della biomassa forestale. Tecniche, economia e sicurezza sul lavoro*. Grafica Salaria, vol. 1, Monterotondo (Roma).

LA DIREZIONE LAVORI NEGLI INTERVENTI FORESTALI

Federico Roggero¹

¹Università degli Studi di Teramo, Accademia Italiana di Scienze Forestali; froggero@unite.it

La normativa forestale di alcune regioni italiane rende obbligatoria la nomina di un “direttore dei lavori forestali” che sovrintenda all’esecuzione degli interventi in bosco. Non è sempre chiaro, però, quali siano i compiti e le responsabilità del “direttore dei lavori forestali”. Una specifica disciplina sulla direzione lavori è prevista, infatti, con riferimento ai contratti pubblici di appalto di lavori e di servizi. Questa disciplina viene in rilievo ogni volta che il taglio sia commissionato da una pubblica amministrazione ad una ditta che lo esegua con propri mezzi ed organizzazione, e con gestione a proprio rischio. Paradigmatico è il caso del taglio dei boschi d’uso civico: in questi casi, infatti, viene in rilievo un contratto di appalto pubblico di servizi; se vengono in rilievo opere edili che assumano carattere prevalente rispetto al servizio del taglio, il contratto sarà un appalto pubblico di lavori. Al di fuori di queste ipotesi, manca una disciplina specifica sulla direzione lavori. In particolare, manca una disciplina con riferimento ai tagli eseguiti in proprio dal proprietario del bosco, agli appalti privati, ai tagli cd. “ad uso commercio”, cioè alle vendite dei boschi in piedi effettuate dai comuni titolari dei boschi civici riguardo alle piante risultate in eccesso rispetto alle esigenze dei *cives*. I lavori boschivi presentano infatti caratteristiche peculiari, considerato che il taglio boschivo lascia inalterato il dato naturale, non comportando trasformazione permanente del territorio. Per queste ragioni, non è possibile applicare alle fattispecie predette la normativa sull’edilizia, che disciplina i compiti e le responsabilità del direttore dei lavori. Quest’ultima normativa può trovare applicazione nel solo caso in cui l’esecuzione comporti la costruzione in bosco di opere che alterino permanentemente il dato fisico-naturalistico (ad es., strade a carattere permanente). Stante il vuoto normativo, la prassi mostra che gli operatori definiscono, nel concreto, compiti e responsabilità del direttore dei lavori nell’accordo con i committenti o con i proprietari dei boschi. Da questo quadro di analisi, e dalla scarsa normativa reperibile in materia, è possibile trarre linee guida sulla direzione lavori boschivi da proporre ai legislatori, sia nazionali, sia regionali, chiamati a riempire il vuoto normativo attualmente esistente su questi temi. Tali indicazioni, in certa misura, riguardano anche la materia della sicurezza dei lavoratori nei luoghi di lavoro.

Parole chiave: lavori boschivi, direzione lavori.

Keywords: forestry operations, management of forestry works.

1. Premessa

Ringrazio il prof. Ciancio e l’Accademia per l’onore che mi hanno fatto chiedendomi di intervenire a questo importante Congresso internazionale.

Nell’ambito della sessione dedicata alle “risorse umane”, ho scelto di trattare il tema della direzione lavori nei cantieri forestali, vivissimo sia nella prassi, sia nella legislazione regionale, che disciplina la materia a partire dalla potestà legislativa esclusiva concessa alle regioni in materia di boschi e foreste (art. 117, comma 4, Cost.).

2. Il quadro normativo vigente: le leggi regionali

La figura di un direttore dei lavori forestali, o comunque di un tecnico che sovrintenda alle operazioni in bosco, è prevista da qualche legge regionale. Il quadro che si ricava dalle disposizioni esistenti non è però omogeneo, né tantomeno completo, specialmente

con riferimento alla materia che qui interessa di più, cioè a quella dei tagli boschivi.

In Alto Adige, la l.p. 21 ottobre 1996, n. 21, prevede la figura del direttore dei lavori, riferita però ai soli lavori di ingegneria naturalistica, sistemazione idraulico-forestale, e simili (art. 36); non cioè alle operazioni di taglio vere e proprie. Analogamente, in Liguria, la l.r. 22 gennaio 1999, n. 4, prevede, in caso di sistemazioni idraulico-forestali nei terreni vincolati, che l’esecutore dei lavori presenti una relazione di fine lavori, sottoscritta dalla direzione lavori, la quale attesti la regolare esecuzione delle opere, con particolare riguardo alla salvaguardia idrogeologica del territorio dove l’opera insiste (art. 37).

Con riferimento ai lavori consistenti in tagli boschivi veri e propri, in Toscana, il regolamento di esecuzione della l.r. 21 marzo 2000, n. 39, adottato con d.P.G.R. 8 agosto 2003, n. 48/R, prevede, all’art. 6, la presenza soltanto eventuale di un direttore dei lavori, il cui nominativo dev’essere comunicato all’autorità al momen-

to di chiedere l'autorizzazione ai tagli o di presentare la dichiarazione sostitutiva. Lo stesso dispone, peraltro, l'art. 71, in materia di autorizzazione per lavori necessari ai fini del vincolo idrogeologico. Non sono però precisati compiti, né responsabilità del direttore dei lavori.

In Lombardia, il reg. 20 luglio 2007, n. 5, che, modificato con reg. 19 gennaio 2010, n. 1, attua anche la l.r. 5 dicembre 2008, n. 31, ha previsto che taluni interventi di utilizzazione forestale - i tagli autorizzati nelle aree protette (art. 6), quelli assentiti mediante silenzio nei casi di deroga (art. 7), quelli assentiti ancora con silenzio e riferiti a territori compresi in parchi e riserve naturali (art. 8), e quelli soggetti a mera denuncia di inizio attività (art. 9) -, se effettuati su superfici superiori a due ettari, siano eseguiti su progetto di un dottore agronomo o forestale, il quale assume anche la funzione di "direttore dei lavori", ossia di soggetto che sovrintende anche alla fase di esecuzione dei tagli. Al termine dell'intervento, al direttore dei lavori spetta di redigere una dichiarazione di regolare esecuzione dei lavori, e di inviarla all'ente forestale (art. 14). Infine, in Friuli-Venezia Giulia, il regolamento regionale, adottato, in attuazione dell'art. 95 della l.r. 23 aprile 2007, n. 9, con d.P.reg. 28 dicembre 2012, n. 0274/Pres., rende obbligatoria, all'art. 9, la nomina di un direttore dei lavori per l'esecuzione degli interventi discendenti dal progetto di riqualificazione forestale e ambientale (PRFA), che consistono in tagli boschivi. I compiti del direttore dei lavori sono stabiliti dai commi 11, 12 e 13, dell'art. 9 predetto, così come segue:

"Per la corretta esecuzione degli interventi contenuti nel PRFA, gli stessi sono diretti da dottori agronomi e dottori forestali, di seguito denominati direttori dei lavori; entro quindici giorni dalla conclusione degli interventi, il direttore dei lavori redige la relazione di verifica finale da trasmettere, salvo che per le foreste di proprietà della Regione, allo IAF che, limitatamente alla parte concernente la non compromissione dell'adeguato livello di vitalità per lo svolgimento delle funzioni proprie del bosco, la approva entro trenta giorni dalla data di presentazione.

Il taglio è eseguito in conformità al PRFA. Il direttore dei lavori nel corso dell'intervento può apportare integrazioni di massa assegnata fino al 10 per cento, per le quali non necessita di autorizzazione e di cui è redatta una relazione unica e finale di assegno nel termine di cui al comma 11, da trasmettere allo IAF unitamente alla relazione di verifica finale.

Il direttore dei lavori nel corso dell'intervento può altresì apportare integrazioni di massa assegnata rispetto al PRFA, purché giustificate ed organicamente collegate all'intervento principale, quali i tagli forzosi per schianti costituiti da piante divelte o stroncate, i tagli di piante instabili in aree soggette a movimenti franosi, i tagli fitosanitari, i tagli di piante lungo tracciati di vie di esbosco, singoli prelievi di piante che impediscono un corretto abbattimento o utilizzazione. Gli interventi non necessitano di autorizzazione e per essi è redatta una relazione unica e finale di assegno, da trasmettere allo

IAF entro trenta giorni dalla conclusione degli interventi".

Anche nel caso del Friuli-Venezia Giulia - che, al momento, pare essere la regione che con maggior dettaglio ha disciplinato la figura del direttore dei lavori forestali - si ribadiscono, dunque, l'obbligo della nomina del direttore in alcuni casi di tagli particolarmente importanti, nonché il compito principale posto in capo a quest'ultimo: la redazione della relazione finale di verifica, da trasmettere all'autorità amministrativa. In aggiunta, si dà però al direttore dei lavori anche la facoltà di autorizzare integrazioni di massa assegnata fino al 10 per cento, nonché di autorizzare integrazioni di massa che si rendessero necessarie in collegamento con l'intervento principale (dandone sempre conto in una relazione finale).

In ultimo, la recente legge regionale dell'Abruzzo 4 gennaio 2014, n. 3, tratta della figura del "direttore dei lavori forestali" nell'art. 35 (*Comunicazioni, dichiarazioni e autorizzazioni per interventi selvicolturali*), che, al comma 14, dispone: "L'esecuzione degli interventi di cui ai commi 1, 2, 3 lett. c), e delle opere di cui all'articolo 37 è effettuata sotto la direzione di un tecnico abilitato secondo le vigenti norme in materia che assume la qualifica di direttore dei lavori forestali. Le competenze e le responsabilità del direttore dei lavori sono definite nel regolamento di cui all'articolo 5".

Alla luce dell'art. 35, comma 14, della legge forestale abruzzese, i casi nei quali è obbligatoria la nomina di un direttore dei lavori forestali, che sovrintenda all'esecuzione di questi ultimi, sono i seguenti:

- gli interventi di cui si tratta nei commi 1 e 2 dell'art. 35, e cioè i tagli di "utilizzazione forestale", comprese le "opere connesse" di cui all'art. 37 della legge, cioè le opere di viabilità forestale e le altre opere funzionali ai tagli boschivi, che siano stati previsti in piani forestali di indirizzo territoriale (art. 12), piani di gestione silvo pastorale (art. 13), piani di coltura e conservazione (art. 14) approvati;

- gli interventi di cui si tratta nel comma 3, lett. c), dello stesso articolo 35, ossia i "tagli colturali" su superfici complessivamente superiori ai 3,00 ettari non previsti in un piano approvato, e soggetti, come tali, ad autorizzazione regionale;

- la realizzazione delle "opere di cui all'art. 37", che sono, di nuovo, quelle di viabilità forestale e le altre opere normalmente connesse ai tagli, le quali, però, in forza del rinvio autonomo fatto ad esse, dall'art. 35, comma 14, all'art. 37, in aggiunta al disposto dei commi 1 e 2, assumono rilevanza, ai fini della nomina obbligatoria di un direttore dei lavori forestali, anche se non connesse a tagli o interventi di utilizzazione forestale¹.

La legge abruzzese, però, non disciplina né i compiti, né le responsabilità del direttore dei lavori forestali, rimandando, sul punto, al regolamento di esecuzione della legge, che non è stato ancora emanato. In definitiva, dalla legislazione regionale attualmente vigente si traggono i seguenti principi in materia di direzione lavori forestali di taglio boschivo:

a) obbligatorietà della nomina di un direttore dei lavori per casi specifici di lavori boschivi particolarmente rile-

vanti (Lombardia, Friuli Venezia-Giulia, Abruzzo);
b) obbligatoria coincidenza della figura del direttore dei lavori con quella del progettista dottore agronomo o forestale (Lombardia);
c) facoltà del direttore dei lavori di autorizzare integrazioni di massa prelevata entro determinate percentuali, nonché tagli connessi a quelli principali di cui si evidenziasse la necessità nel corso dei lavori, per esigenze fitosanitarie, di sicurezza, ecc. (Friuli Venezia-Giulia);
d) obbligo del direttore dei lavori di stilare una relazione finale circa i lavori svolti (Lombardia e Friuli-Venezia Giulia).

3. La normativa sugli appalti pubblici di servizi e di lavori (art. 1655 Cod. civ., d.lgs. 12 aprile 2006, n. 163, d.P.R. 5 ottobre 2010 n. 207)

In alcune fattispecie, e segnatamente nel caso dei tagli cosiddetti “d’uso civico”, molto frequenti nella prassi italiana, specie centro-meridionale, alla direzione dei lavori di taglio sono applicabili le disposizioni sull’esecuzione del contratto di appalto pubblico (d.lgs. 12 aprile 2006, n. 163, contenente il Codice dei contratti pubblici; d.P.R. 5 ottobre 2010 n. 207, contenente il regolamento di esecuzione dello stesso Codice)².

3.1 Appalti pubblici di servizi boschivi

Il taglio di un bosco eseguito, verso un corrispettivo in denaro, da un soggetto (ditta boschiva) con organizzazione dei mezzi necessari e gestione a proprio rischio, configura infatti un contratto di appalto (art. 1655 Cod. civ.). In particolare, si tratta di un appalto di servizi. L’appalto di servizi, infatti, a differenza di quello d’opera, “si sostanzia in una prestazione di fare diretta alla produzione di una utilità, non ad una trasformazione di materia”³. Più precisamente, “la distinzione tra appalto d’opera e appalto di servizi riguarda l’oggetto di tale contratto che può consistere per l’appunto in opere o servizi, intendendosi per opera qualsiasi modificazione dello stato materiale di cose preesistenti e per servizio qualsiasi utilità che può essere creata da un altro soggetto, diversa dalle opere”⁴. Nello stesso senso, in giurisprudenza si è affermato che “nell’appalto di servizi [...] il contenuto della obbligazione è una prestazione di fare, che ha ad oggetto il compimento di un servizio, il quale dà luogo solo ad una produzione di utilità (e non ad una trasformazione di materia)”⁵.

In queste definizioni date dalla giurisprudenza cadono gli appalti con cui viene affidato il taglio di un bosco dietro pagamento di un corrispettivo: il taglio è precisamente un servizio svolto nell’interesse del committente proprietario o titolare di altro diritto reale sul bosco e finalizzato alla produzione di una utilità (la separazione di una parte della massa legnosa dal restante soprassuolo). Quando i tagli boschivi sono condotti per conto di una stazione pubblica appaltante, essi configurano dunque appalti pubblici di servizi. Alla categoria degli appalti pubblici di servizi sono stati ricondotti i tagli boschivi dall’Autorità di

vigilanza sui contratti pubblici con la deliberazione n° 9, del 21 febbraio 2001, nella quale l’Autorità ha, al contempo, escluso che questo tipo di “lavori” possa costituire l’oggetto di un appalto di lavori, nei sensi di cui al Codice dei contratti pubblici. Nella menzionata deliberazione, riguardante, nello specifico, le tipologie di lavori eseguibili in economia, l’Autorità ha affermato che “la limitazione di importo per i lavori eseguibili in economia, in amministrazione diretta, contenuta nel regolamento si riferisce certamente a lavori tra i quali possono ricomprendersi quelli agricolo-forestali. Da questi, come categoria che comprende opere in senso proprio di ingegneria, possono essere, però, distinti i lavori di mera manutenzione forestale che hanno e possono avere un contenuto così specialistico da configurare una ipotesi atipica. Difatti, questa manutenzione non attiene ad opere realizzate, né ad impianti, ma si concreta in interventi che fanno rimanere salve le situazioni naturali. Questi interventi incidono sulla natura forestale direttamente, ovvero in via meramente strumentale, non con opere di edilizia (sentieri asfaltati, ecc.). Essi, quindi, vanno tenuti distinti dalle opere consistenti in lavori pubblici in senso proprio e sfuggono alla applicazione della generale disciplina la quale si applica allorché si tratti di lavori pubblici in ambito forestale, ma in senso proprio, cioè concernenti realizzazione *ex novo* o manutenzione di opere o impianti realizzati [...] Sulla base di quanto esposto e considerato, va ritenuto che nell’ambito di applicazione dell’art. 88 del d.P.R. 21 dicembre 1999, n. 554 - in materia di lavori pubblici eseguibili in economia -, non sono da ricomprensere i lavori di manutenzione forestale in amministrazione diretta, qualora abbiano ad oggetto interventi che facciano rimanere salve le situazioni naturali e non siano configurabili come opere di edilizia. Sono, invece, soggetti alle regole anzidette i lavori in ambito forestale che comprendano opere necessarie per la eliminazione del dissesto idrogeologico e la sistemazione agraria e che costituiscano opere di ingegneria naturalistica in senso proprio”. L’Autorità di vigilanza ha dunque escluso dalla nozione di “lavori pubblici” gli interventi di mera “manutenzione forestale” - ossia i tagli colturali e gli interventi di utilizzazione del bosco - perché tali attività non hanno carattere edilizio, non comportando la costruzione di opere né il mantenimento di opere esistenti. L’Autorità ha invece riconosciuto carattere di “lavori” agli interventi comprendenti opere per la eliminazione del dissesto idrogeologico e la sistemazione agraria, la asfaltatura dei sentieri, proprio per il carattere edilizio di quest’ultimo tipo di interventi. Riguardo a fattispecie analoghe, l’Autorità di vigilanza ha avuto modo di ribadire, in altra deliberazione (27 marzo 2002, n. 87), che “i lavori pubblici aventi ad oggetto la manutenzione, il rinnovo e la esecuzione del verde pubblico vanno considerati ‘servizi’ se limitati ad attività di cura e regolazione di quanto già esistente”. Criterio identico ha seguito l’Autorità, ancora, nella deliberazione del 6 marzo 2007, n. 72, in materia di manutenzione delle opere di verde sulle strade statali. L’AVCP ha affermato che la manutenzione del verde

pubblico rientra nell'ambito dei servizi e non in quello dei lavori, tutte le volte in cui l'attività non comporti una modificazione della realtà fisica con l'utilizzazione, la manipolazione e l'installazione di materiali aggiuntivi e sostitutivi non inconsistenti sul piano strutturale e funzionale (cd. *quid novi*). Così, ad esempio, la mondata, rasatura, irrigazione, concimazione, posatura, pulizia, trattamenti vari, sfalcio, decespugliamento delle scarpate, ecc., non configurano "lavori", bensì "servizi".

Infine, e in generale, sempre l'AVCP ha ribadito, nella deliberazione n. 48, del 21 maggio 2009, che "quando le prestazioni oggetto del contratto consistono in una attività di manutenzione che si caratterizza non già per essere una prestazione continuativa e positiva di fare da effettuarsi con l'assiduo e periodico intervento di personale specializzato, strumentale con l'attività di controllo dell'efficienza dell'opera o degli impianti tecnologici in essa presenti, bensì per l'esecuzione di una serie di interventi, non inconsistenti sul piano funzionale e strutturale, nonché rilevanti sotto l'aspetto economico, previamente e puntualmente individuati dalla stazione appaltante, laddove questi interventi incidano sulla realtà fisica dell'opera, modificandola, ne deriva che l'appalto debba essere qualificato come appalto di lavori e non appalto di servizi".

In definitiva, secondo quanto può dedursi dalla normativa e dall'orientamento dell'AVCP, il contratto pubblico di affidamento di lavori boschivi che non alterino il dato fisico-naturalistico con opere o manufatti consistenti in un *quid novi* si configura, ai sensi del Codice dei contratti pubblici, come un appalto di servizi, perché in esso assume peso preponderante il *facere* (taglio, esbosco e distribuzione) cui si obbliga la ditta boschiva, senza che vengano in rilievo nuove opere o impianti con carattere edilizio⁶.

Del resto, per "attività edilizia" (cfr. artt. 1 e 3 del TU edilizia contenuto nel d.P.R. 6 giugno 2001, n. 380) si intende comunemente, in giurisprudenza, quella che comporti una trasformazione permanente del territorio. In particolare, per "nuova costruzione" devono intendersi le strutture la cui realizzazione comporti la trasformazione edilizia e urbanistica del territorio, categoria specificata dall'elaborazione giurisprudenziale in senso sia strutturale (con valorizzazione dello stabile ancoraggio al suolo), sia funzionale (con accento sulla idoneità alla soddisfazione di esigenze non meramente temporanee)⁷.

La materia dei tagli boschivi è dunque, di per sé, estranea a quella dell'edilizia, perché i tagli non consistono nella realizzazione di alcuna opera che trasformi in permanenza il territorio naturale, che invece resta nella condizione sua propria di partenza.

Su questa falsariga, in Lombardia, il TU in materia di foreste (l.r. 5 dicembre 2008, n. 31) ha stabilito, all'art. 54 (in materia di patrimonio forestale regionale e degli enti locali), così come modificato dall'art. 1, comma 1, lett. h), della l.r. 1 febbraio 2010, n. 3, che la Regione definisca, con regolamento, i lavori di "mera manutenzione forestale che, non comportando una modificazione delle situazioni naturali, non sono configurabili come impianti o opere edilizie in senso stretto rientranti

nell'ambito di applicazione della normativa sui lavori pubblici".

In attuazione di quest'ultima previsione, il regolamento regionale 27 settembre 2010, n. 8, ha stabilito che i lavori di "mera manutenzione forestale" sono i seguenti:

- a) interventi selvicolturali per la gestione delle foreste, rimboschimenti e imboschimenti anche al fine di riqualificazione ambientale e salvaguardia del territorio, forestazione urbana e altri interventi finalizzati alla realizzazione di sistemi verdi e della rete ecologica regionale o locale, comprensivi delle lavorazioni agricole accessorie, nonché lavori di realizzazione, manutenzione di sentieri in fondo naturale, piste ciclopedonali destinate alla fruizione delle aree forestali e rurali;
- b) vivaismo nel settore forestale e lavori agro-florovivaistici accessori;
- c) lavori fitosanitari nel settore forestale;
- d) lavori di manutenzione della viabilità agro-silvo-pastorale vietata al transito ordinario, come previsto dall'articolo 71 del Reg. reg. 20 luglio 2007, n. 5 (*Norme forestali regionali, in attuazione dell'articolo 50, comma 4, della legge regionale 5 dicembre 2008, n. 31: Testo unico delle leggi regionali in materia di agricoltura, foreste, pesca e sviluppo rurale*);
- e) lavori di ingegneria naturalistica, con impiego prevalente di materiale vegetale vivo, connessi alla sistemazione di piccole frane, scarpate, manutenzione viabilità agro-silvo-pastorale vietata al transito ordinario, sentieri, piste di esbosco, ruscelli e piccoli corsi d'acqua, opere di pronto intervento a seguito di eventi calamitosi o di natura eccezionale;
- f) lavori di sistemazione idraulico forestale consistenti in interventi integrati di ricostituzione e cura dei boschi, di consolidamento dei versanti e di regimazione delle acque;
- g) opere di pronto intervento a seguito di eventi calamitosi o di natura eccezionale, così come definite all'articolo 52, comma 3, della l.r. n. 31/2008;
- h) manutenzione dei pascoli e lavori accessori per la gestione degli alpeggi.

In altri termini, sembra che in Lombardia si siano voluti codificare e dettagliare i principi fatti propri dall'Autorità sui contratti pubblici in ordine alla distinzione tra "lavori" e "servizi" in ambito forestale. È chiaro, però, come, pure a prescindere dal dettaglio normativo, la distinzione sia ricavabile dal sistema e dai principi esposti sopra.

3.2 Appalti pubblici di lavori boschivi ed appalti misti di servizi e lavori

Quando oggetto dell'appalto boschivo sia la realizzazione di opere che comportino un *quid novi*, è chiaro che ricorrerà un appalto pubblico di lavori. Come si evince chiaramente dai pronunciamenti dell'AVCP sopra richiamati, ricorrerà un appalto di lavori ogni volta che in bosco si debba realizzare un'opera a carattere edilizio.

Quando i lavori in questione siano l'unico oggetto del contratto non si pongono problemi circa l'individuazione della normativa applicabile, che è appunto quella dell'appalto pubblico di lavori. In materia forestale,

quest'ultima possibilità è configurabile, ad esempio, secondo la nuova legge abruzzese, che prevede la nomina obbligatoria di un direttore dei lavori forestali anche per il caso in cui non si debbano fare tagli boschivi, ma soltanto opere di viabilità forestale di cui all'art. 37 della l.r. 4 gennaio 2014, n. 3.

Quando invece tagli ed opere siano entrambi oggetto dell'appalto, quando cioè, oltre al taglio, sia prevista l'esecuzione di opere che comportino un *quid novi* ed abbiano un carattere di permanenza, il contratto di appalto pubblico si configura, secondo il testo del Codice degli appalti attualmente vigente, come contratto misto di lavori e servizi. In particolare, secondo l'art. 14 del Codice, se i lavori che comportano il *quid novi* - cioè le "opere" - hanno carattere accessorio rispetto al taglio, che costituisce invece lo "oggetto principale" del contratto, il contratto stesso è considerato, pur sempre, un appalto di servizi. A questo fine, l'"oggetto principale" del contratto è costituito dai lavori quando l'importo dei lavori stessi assume rilievo economico superiore al cinquanta per cento del totale, salvo che, secondo le caratteristiche specifiche dell'appalto, i lavori abbiano comunque carattere meramente accessorio rispetto ai servizi, che costituiscano invece l'oggetto principale del contratto (art. 14, comma 2, lett. c), e comma 3). Peraltro, come ha stabilito il comma 4 dell'art. 14 dopo una procedura di infrazione a carico dell'Italia, "l'affidamento di un contratto misto secondo il presente articolo non deve avere come conseguenza di limitare o escludere l'applicazione delle pertinenti norme comunitarie relative all'aggiudicazione di lavori, servizi o forniture, anche se non costituiscono l'oggetto principale del contratto, ovvero di limitare o distorcere la concorrenza". Questo significa, in concreto, che "la prevalenza, sul maggiore importo dei lavori rispetto ai servizi, della funzione obiettiva del contratto in relazione alle finalità dell'amministrazione che ha indetto la gara, comporta inevitabilmente la svalutazione della rilevanza economica delle prestazioni la cui rigidità, nell'individuazione dell'affidatario, recede nei confronti della considerazione dell'attività che egli è chiamato a svolgere e della sua idoneità ad adempiere agli obblighi convenzionalmente assunti"⁸.

In altri termini, qualora i lavori per le "opere connesse" ai tagli boschivi - strade, teleferiche, piazzali, ecc., a carattere permanente - pesino per più del 50% dell'importo dei lavori complessivi da eseguire in bosco, il Codice dei contratti pubblici impone di considerare il contratto un appalto di lavori⁹, salvo che si dimostri che, ad onta del valore, i servizi o le forniture costituiscano l'oggetto principale del contratto, e comunque tenuto conto della funzione obiettiva del contratto in relazione alle finalità dell'amministrazione che ha indetto la gara.

3.3 L'esecuzione degli appalti pubblici di servizi e di lavori: cenni

Quando ricorre una delle fattispecie contrattuali appena illustrate - appalto pubblico di servizi o di lavori - la direzione dei lavori boschivi trova compiuta disciplina nel Codice dei contratti pubblici e nel connesso regolamento

di esecuzione, e il suo regime giuridico non pone dunque particolari problemi.

Per quanto concerne gli appalti di servizi nei settori ordinari¹⁰, il regolamento di esecuzione del Codice dei contratti pubblici prevede la figura del "direttore dell'esecuzione del contratto"¹¹, del quale, in generale, la stazione appaltante si avvale per verificare "il regolare andamento dell'esecuzione del contratto da parte dell'esecutore" (art. 299 Reg.). Si tratta, cioè, di rapporto fiduciario che deve intercorrere tra stazione appaltante e direttore dell'esecuzione, finalizzata a verificare che il contratto sia eseguito correttamente. I compiti del direttore dell'esecuzione, in realtà, sono molto ampi, abbracciando la responsabilità per la corretta esecuzione, in generale, della prestazione. Essi non sono perciò strettamente tipizzati, estrinsecandosi in "tutte le attività che si rendano opportune per assicurare il perseguimento dei compiti a questo assegnati" (art. 301 Reg.)¹². A questo fine, egli dà avvio alla esecuzione della prestazione, e cioè procede alla consegna del bosco (artt. 302, 303 e 304 Reg.); può disporre sospensioni "qualora circostanze particolari impediscano temporaneamente la regolare esecuzione delle prestazioni oggetto del contratto", indicando però "le ragioni" della sospensione (art. 308 Reg.), le quali possono consistere in avverse condizioni climatiche, in cause di forza maggiore, o in altre circostanze speciali che impediscano la esecuzione o la realizzazione a regola d'arte della prestazione; può disporre varianti (ad es., riguardo alla quantità di massa asportata dal bosco), anche se richieste dall'esecutore, le quali vanno comunque approvate dalla stazione appaltante (artt. 310 e 311 Reg.); infine, ricevuta comunicazione dell'avvenuta ultimazione delle prestazioni da parte dell'esecutore ed effettuati i necessari accertamenti sopra luogo, è tenuto sia a rilasciare il certificato "attestante l'avvenuta ultimazione delle prestazioni" (art. 309 Reg.), sia a compiere la verifica della conformità della prestazione svolta agli impegni contrattualmente assunti dall'esecutore, ossia, nel caso dei tagli, la verifica della conformità dei tagli effettuati al progetto o al piano, dichiarandoli collaudabili o meno (art. 312 ss. Reg.). Quest'ultima verifica, peraltro, quando le prestazioni rientrano tra quelle di cui all'art. 300, comma 2, lett. b) (sulle quali, v. *supra*), dev'essere affidata ad una persona diversa, o ad una commissione di esperti (artt. 314 e 315 Reg. Per le modalità, si v. artt. da 316 a 324 Reg.). Di specifico interesse per il settore dei lavori forestali, rispetto ai quali, vista la difficoltà di rimediare ad eventuali danni conseguenti a difettosa esecuzione, è essenziale la prevenzione, è poi la disposizione che prevede la possibilità di verificare la conformità dei lavori già durante l'esecuzione stessa "al fine di accertare la piena e corretta esecuzione delle prestazioni contrattuali, con la cadenza adeguata per un accertamento progressivo della regolare esecuzione delle prestazioni" (art. 313 Reg.).

In conclusione, in materia di appalti pubblici di servizi, cui - come già chiarito - sono riconducibili i contratti che, stipulati da un ente pubblico, abbiano ad oggetto il servizio consistente in tagli boschivi, sia colturali, sia di

utilizzazione, il direttore dell'esecuzione del contratto opera nell'interesse della PA appaltante, assumendo compiti di sorveglianza in ordine alla regolare esecuzione del contratto, che cominciano con la consegna del bosco e si esauriscono con le certificazioni di fine lavori e di conformità degli stessi al progetto.

I compiti così individuati dalla legge e dal regolamento sono dunque clausole che automaticamente integrano i contratti d'opera professionale che legano la PA appaltante al professionista, il quale, nel caso dei lavori boschivi, sarà normalmente un dottore agronomo o dottore forestale.

Per quanto concerne, poi, gli appalti pubblici di lavori, il "direttore dei lavori" è figura sulla quale incombe, in generale, la responsabilità della corretta esecuzione dei lavori (art. 148 Reg.)¹³.

Anche in questo caso, i lavori devono essere formalmente "consegnati", apponendo sul suolo (e dunque nel bosco) "picchetti, capisaldi, sagome, termini ovunque si riconoscano necessari", così delimitando l'area interessata dai lavori (artt. 153, 154 e 155 Reg.). Anche nel caso di appalto di lavori, poi, il direttore può disporre sospensioni per cause analoghe a quelle già viste per l'appalto di servizi (artt. 158, 159 Reg.). Caratteristico del potere del direttore lavori è poi il potere di emettere "ordini di servizio" all'esecutore in ordine agli "aspetti tecnici ed economici della gestione dell'appalto" (art. 152 Reg.), cui, naturalmente, l'esecutore è tenuto ad uniformarsi. Infine, particolarmente delicata è, specialmente nei lavori boschivi, la constatazione dell'ultimazione dei lavori. Il direttore dei lavori vi procede, svolgendo i necessari accertamenti *in loco* in contraddittorio con l'esecutore, dopo che ha ricevuto, dall'esecutore stesso, comunicazione di fine dei lavori (art. 199 Reg.).

Anche nell'appalto pubblico di lavori, perciò, il direttore dei lavori - e dunque anche il "direttore dei lavori forestali", quando, nei casi di cui si è detto, i lavori condotti in bosco siano da considerare appalti di lavori - opera nell'interesse principale della PA appaltante.

Il Codice degli appalti ed il connesso regolamento di esecuzione stabiliscono in capo al direttore, nella sostanza, obblighi di vigilanza durante tutta la fase di esecuzione del contratto. Questi obblighi non solo caratterizzano la disciplina della esecuzione stessa, ma - nel caso in cui il direttore dei lavori sia un professionista esterno alla stazione appaltante - integrano in maniera decisiva il contratto di incarico professionale stipulato tra l'ente pubblico ed il tecnico, concorrendo a delineare la responsabilità contrattuale di quest'ultimo nei confronti della medesima stazione appaltante.

Le regioni che hanno disciplinato in parte, o che si apprestano a disciplinare, la direzione lavori forestali non possono, con riferimento al caso in cui i lavori boschivi siano svolti in esecuzione di un contratto pubblico di appalto, discostarsi dalle previsioni della normativa statale (direzione dell'esecuzione del contratto o direzione dei lavori veri e propri).

La materia della esecuzione del contratto rientra, infatti, in quella "ordinamento civile", di cui all'art. 117, comma 2, lett. l), Cost., su cui lo Stato ha potestà legi-

slativa esclusiva. Il Codice dei contratti pubblici stabilisce, in materia, all'art. 4, comma 3, che le regioni, "nel rispetto dell'articolo 117, comma secondo, della Costituzione" - e dunque dei limiti segnati dagli ambiti di legislazione esclusiva statale - non possono prevedere una disciplina diversa da quella del Codice stesso in relazione, tra l'altro, "alla stipulazione e all'esecuzione dei contratti, ivi compresi direzione dell'esecuzione, direzione dei lavori, contabilità e collaudo, ad eccezione dei profili di organizzazione e contabilità amministrative". Inoltre, il regolamento di esecuzione del Codice dispone, all'art. 1, comma 3, che le regioni applicano in quanto esecutive o attuative di disposizioni rientranti in ambiti di legislazione statale esclusiva, tra l'altro, le disposizioni del regolamento stesso di cui alla parte II (contratti pubblici relativi a lavori nei settori ordinari), nella quale ricadono anche quelle in tema di direzione lavori, e quelle di cui alla parte IV (contratti pubblici relativi a forniture e ad altri servizi nei settori ordinari), tra le quali sono comprese quelle in materia di direzione dell'esecuzione negli appalti di servizi.

L'esclusiva competenza legislativa dello Stato in materia di esecuzione degli appalti pubblici è stata più volte ribadita dalla Corte costituzionale¹⁴. Qualora venga in rilievo un appalto pubblico di servizi o lavori boschivi, la normativa regionale in materia di direzione lavori forestali non potrà, in definitiva, derogare alle regole discendenti dalla normativa statale contenuta nel Codice e nel regolamento sui contratti pubblici.

4. Le fattispecie diverse dall'appalto pubblico

Quando l'intervento in bosco non avvenga in esecuzione di un appalto pubblico di servizi o di lavori, si pone il problema della individuazione della normativa applicabile alla direzione lavori di taglio boschivo. Vengono in questione, in particolare, gli appalti privati, i lavori condotti in proprio dal proprietario o dal titolare di altro diritto reale sul bosco - ivi compresi i *cives* che esercitano in proprio l'uso di legnatico, come avviene nella pratica ancora abba-stanza diffusa dei cosiddetti "lotticini" -, nonché le alienazioni del bosco in piedi. In particolare, queste ultime, ossia i tagli che il proprietario di un bosco disponga con l'intesa che non vi sia remunerazione per chi esegue il lavoro di taglio e che la legna ritratta resti di proprietà di chi l'ha tagliata, a fronte della corresponsione di un prezzo - fattispecie nella quale rientrano i tagli cosiddetti "ad uso commercio" assai frequenti nella prassi forestale del Centro-Sud del nostro Paese, cioè quelli che l'ente comunale proprietario del bosco ordina dopo aver soddisfatto, normalmente mediante un appalto di servizi, i diritti di legnatico dei propri *cives* - integrano, secondo la consolidata interpretazione giurisprudenziale, una compravendita, e, segnatamente, una compravendita di cosa futura (art. 1472 cod. civ.)¹⁵.

In questo schema contrattuale, infatti, gli alberi vengono in considerazione non già in rapporto alla condizione attuale, siccome infissi nel suolo del quale formano parte, bensì in rapporto alla condizione futura, siccome distaccati dal suolo. Il contratto di vendita del

bosco in piedi, nello specifico, ha ad oggetto le piante previamente individuate e segnate dal progettista – un dottore forestale – entro un perimetro; il soggetto che procede al taglio diventa proprietario della legna nel momento in cui le piante vengono abbattute¹⁶.

Alle fattispecie appena richiamate (tagli eseguiti in forza di appalti privati, tagli condotti in proprio dal proprietario o da altro titolare di diritto reale sul bosco, vendite del bosco in piedi) non è applicabile la disciplina sull'appalto pubblico (di servizi o di lavori che dir si voglia), perché, per l'appunto, non ne ricorrono i presupposti. Ad esse sarà tutt'al più applicabile, nel solo caso in cui vengano in rilievo opere edilizie realizzate in bosco, e limitatamente ai lavori necessari per realizzare tali opere, la disciplina sulla direzione lavori in edilizia (d.P.R. 6 giugno 2001, n. 380).

In ambito forestale, il TU sull'edilizia si applica, ad esempio, alla realizzazione di viabilità forestale permanente, ma anche alle opere necessarie per la eliminazione del dissesto idrogeologico e la sistemazione agraria e che costituiscano opere di ingegneria naturalistica in senso proprio (si rivedano le pronunzie in tal senso dell'AVCP citate precedentemente). Tali opere comportano, infatti, trasformazione del territorio ed hanno carattere permanente.

Allo stesso modo, è assoggettata alla disciplina edilizia la realizzazione dei piazzali di carico e delle teleferiche, nonché di ogni altra struttura funzionale ai lavori di taglio boschivo, nella misura in cui queste abbiano, però, carattere di permanenza¹⁷.

In queste ipotesi si applicheranno, dunque, al direttore dei lavori forestali le disposizioni dettate all'art. 29 del TU edilizia, che stabiliscono le responsabilità del "direttore dei lavori", il quale, unitamente al titolare del permesso di costruire, al committente ed al costruttore - la ditta boschiva incaricata anche delle opere connesse - risponde - come è noto - della conformità delle opere alle previsioni del permesso e alle modalità esecutive stabilite dal medesimo¹⁸, a meno che non abbia immediatamente contestato la violazione alla ditta boschiva che esegue i lavori e dato comunicazione di tale contestazione all'amministrazione competente. Nei casi più gravi, egli deve anche rinunciare all'incarico, sotto pena della sanzione disciplinare della sospensione dall'albo professionale.

Le segnalazioni, nonché l'eventuale rinuncia all'incarico, devono essere fatte dal direttore dei lavori per iscritto¹⁹.

In sostanza, il TU edilizia pone il direttore dei lavori in una "posizione di garanzia in merito alla regolare esecuzione dei lavori"; egli ha, infatti, "l'obbligo di esercitare un'attiva vigilanza sulle opere realizzate, per cui – esclusi i casi in cui abbia puntualmente svolto l'attività prevista dal II comma dell'art. 29 d.P.R. 380/2001 (TU edilizia) – è responsabile anche delle violazioni edilizie commesse in sua assenza, in quanto questi deve sovrintendere con continuità alle opere della cui esecuzione ha assunto la responsabilità tecnica"²⁰.

Al di fuori della materia degli appalti pubblici e di quella dell'edilizia, si pone il problema di individuare

la disciplina applicabile alla direzione lavori consistenti in tagli boschivi. Allo stato, tale disciplina è parzialmente ricavabile da quella regionale esposta al § 2, i cui principi essenziali ho così sunteggiato:

- a) obbligatorietà della nomina di un direttore dei lavori per casi specifici di lavori boschivi particolarmente rilevanti (Lombardia, Friuli Venezia-Giulia, Abruzzo);
- b) obbligatoria coincidenza della figura del direttore dei lavori con quella del progettista dottore agronomo o forestale (Lombardia);
- c) facoltà del direttore dei lavori di autorizzare integrazioni di massa prelevata entro determinate percentuali, nonché tagli connessi a quelli principali di cui si evidenziasse la necessità nel corso dei lavori, per esigenze fitosanitarie, di sicurezza, ecc. (Friuli Venezia-Giulia);
- d) obbligo del direttore dei lavori di stilare una relazione finale circa i lavori svolti (Lombardia e Friuli Venezia-Giulia).

La disciplina esistente sulla direzione lavori non entra, perciò, più di tanto nel dettaglio dei compiti e delle responsabilità del direttore, fatta eccezione per l'obbligo di stilare una relazione finale circa i lavori compiuti. Per tutto il resto, i compiti, e le conseguenti responsabilità civili del direttore dei lavori nei confronti del proprietario (o titolare di altro diritto reale sul bosco), sono stabiliti nei contratti privati intercorrenti tra il proprietario stesso ed il tecnico (normalmente un dottore agronomo o forestale) che assume l'incarico della direzione lavori verso un corrispettivo (contratto d'opera professionale). In particolare, nella prassi forestale corrente i compiti assunti dal direttore dei lavori forestali sono grosso modo i seguenti²¹:

- a) la perimetrazione dell'area oggetto dell'intervento, da effettuare in contraddittorio con la ditta esecutrice del taglio e redigendone verbale, inviato al proprietario del bosco ed al CFS (a meno che questo compito non sia stato già svolto dal progettista);
- b) la marcatura di rilascio delle matricine nei cedui, e la martellatura di abbattimento in caso di taglio in fustaia (a meno che anche questi compiti non siano stati già svolti dal progettista);
- c) la consegna del bosco, in contraddittorio con la ditta esecutrice ed un rappresentante della proprietà; del verbale di consegna si invia copia al proprietario del bosco ed al CFS;
- d) l'obbligo di visitare periodicamente il cantiere con una frequenza stabilita, controllando in generale le operazioni di taglio e di esbosco, e redigendo verbale, da inviare al proprietario del bosco ed al CFS;
- e) l'obbligo di comunicare al CFS ed al proprietario del bosco ogni infrazione riscontrata durante i sopralluoghi;
- f) la redazione del verbale di fine lavori, da inviare al proprietario ed al CFS.

La disciplina ricavabile dalla prassi contrattuale può ben essere recepita in un testo normativo che così "tipizzi" i compiti e le responsabilità del direttore dei lavori anche per i casi diversi da quelli in cui ricorra un appalto pubblico o la materia edilizia (taglio del bosco in proprio, appalto privato, vendita del bosco in piedi)²².

È dubbio, tuttavia, che questo possa avvenire esclusivamente ad opera di leggi regionali. Infatti, la materia della direzione lavori boschivi ricade all'interno della materia "foreste" che, nel silenzio dei commi 2 e 3 dell'art. 117 Cost., è lasciata alla potestà legislativa esclusiva delle regioni. Tuttavia, posto che i compiti del direttore dei lavori forestali sono ispirati alla *ratio* di assicurare che, nella fase esecutiva dei tagli boschivi, si osservino i principi ed i criteri individuati in sede di pianificazione di assestamento o di redazione del progetto di taglio; di far sì, cioè, che quei principi e criteri non siano disattesi nella fase dell'esecuzione dei tagli; ebbene, la direzione lavori forestali rientra, altresì, e con maggiore pregnanza, nella materia del "governo del territorio", di cui sono espressione i piani e i progetti, la quale è rimessa alla potestà legislativa concorrente Stato-regioni (art. 117, comma 3, Cost.).

La legislazione regionale dovrà dunque tener presenti i principi stabiliti in materia da leggi statali. Inoltre, le regioni dovranno necessariamente tener conto di limiti esterni che l'ordinamento pone alla loro potestà legislativa, con riferimento particolare a quello rappresentato dalla materia "ordinamento civile" riservata alla potestà legislativa esclusiva dello Stato, come già detto riguardo alla esecuzione degli appalti pubblici (art. 117, comma 2, lett. l), Cost.). Infatti, stabilendo compiti e responsabilità (civili) del direttore dei lavori forestali si finisce col definire il contenuto di contratti privati, "tipizzandoli", stabilendo, cioè, clausole destinate ad integrare *ex lege* i contratti di incarico professionale da stipulare con i tecnici (dottori agronomi e forestali).

Ma la multifunzionalità del bosco e la molteplicità delle *utilitates*, specialmente ecosistemiche²³, da esso offerte, che sempre nel piano di assestamento e nel progetto di taglio trovano espressione (si pensi all'obbligo, previsto in un piano o in un progetto, di preservare al taglio esemplari monumentali, di cui all'art. 7 della legge 14 gennaio 2010, n. 13, ed al d.m. 23 ottobre 2014, o costituenti *habitat* protetti dalla direttiva 92/43/CEE, del 21 maggio 1992, nonché dal d.P.R. 8 settembre 1997, n. 357, e dal d.m. 17 ottobre 2007, contenente i criteri minimi di tutela), induce altresì ad ascrivere per lo meno alcuni dei compiti che gravano sul direttore dei lavori forestali, in quanto soggetto tenuto a vigilare anche sul concreto perseguimento degli obiettivi di tutela ecosistemica posti dal piano o dal progetto, anche alla materia - o meglio alla "competenza finalistica" - della tutela dell'ambiente e dell'ecosistema: ambito, quest'ultimo, rimesso alla potestà legislativa esclusiva dello Stato (art. 117, comma 2, lett. s), Cost.). Il che non esclude, in via di principio, la possibilità che la disciplina della direzione lavori sia stabilita in leggi regionali, ma vieta a queste ultime di stabilire livelli di tutela inferiori a quelli previsti in leggi statali²⁴.

Per tutte le ragioni esaminate, la legislazione regionale non è dunque del tutto libera di disciplinare la direzione lavori boschivi. Appare dunque auspicabile un intervento del legislatore nazionale, che fissi quanto meno i criteri direttivi alle regioni, individuando così, a livello nazionale, una sorta di "statuto" della direzione lavori boschivi²⁵.

Sperando di aver fornito un'esposizione almeno sommaria dell'argomento - seppure nei tempi brevi imposti dal Congresso - vi ringrazio per l'attenzione.

SUMMARY

The management of forestry works in forestry operations

The forest legislation of some Italian regions makes it compulsory to appoint a "director of forestry works" to oversee the implementation of operations in the forest. It is not always clear, however, what are the duties and responsibilities of the "director of forestry works". A specific regulation on the management of works is planned, in fact, with reference to public procurement contracts for works or services. This discipline is raised every time the cut is commissioned by a public administration to a firm that runs under its own power and organization, and management at its own risk. Paradigm is the case of cutting of forests for public use: in these cases, in fact, the contract is a public contract for services; if construction projects are relevant, and assume prevailing character at the service of the cut, the contract will be a public contract for works. Outside of these assumptions, there is no specific legislation on the supervision of works. In particular, there is no discipline about the cuts made by himself from the owner of the forest, the private contracts, the cuts "for trade use", that is, the sales of forest made by holders of common civic woods on plants found in excess of the needs of *cives*. In fact, works in forest have peculiar characteristics, considering that the cut of the forest leaves intact the natural data and not results in permanent transformation of the land. For these reasons, you cannot apply to the cases aforesaid regulations on construction, which governs the duties and responsibilities of the director of works. This legislation is applied only in the case where execution involves the construction of works in wood that permanently alter the physical data (eg., roads to be permanent). Given the legislative vacuum, the practice shows that operators define, in concrete terms, tasks and responsibility of the director of works in the agreement with the buyers or owners of the forests. From this framework of analysis, and the meager regulations available on the subject, it is possible to draw guidelines on forest work management to be offered to legislators, both national and regional, called to fill the regulatory gap that currently exists on these issues. These particulars, to some extent, also concern the safety of workers in the workplace.

¹ Circa la distinzione tra tagli culturali e tagli di utilizzazione, per "taglio culturale" si intende, nella regione Abruzzo, dopo l'entrata in vigore della legge forestale, quello definito tale dall'art. 34 della stessa legge, e cioè "il taglio di ordinaria attività silvana, condotto con modalità tali da assicurare la rinnovazione, la vitalità e la perpetuazione del bosco, favorendone le potenzialità evolutive, la biodiversità e l'assolvimento delle sue molteplici funzioni". Questa definizione generale è coerente con quella offerta dalla letteratura

forestale, che ha caratterizzato i tagli colturali come tagli selettivi finalizzati al diradamento degli alberi e alla perpetuazione e al mantenimento del bosco, e non invece principalmente alla raccolta di legname (cfr. *Terminologia forestale. Scienze forestali, tecnica, pratica e prodotti forestali*, versione italiana redatta da Giovanni Bernetti, Maria Manolacu Gregori, Susanna Nocentini, direzione di Giovanni Bernetti, Firenze, Accademia italiana di scienze forestali (IS), 1980; Alberto Abrami, *Manuale di diritto forestale e dell'ambiente territoriale*, Milano, Giuffrè, 2005, p. 35; Corte cost., 29 gennaio 1996, n. 14). Sono considerati, in particolare, tagli colturali ai fini dell'art. 34 della legge abruzzese, nonché dell'articolo 6, comma 4, del d.lgs. 227/2001, e dell'articolo 149, comma 1, lett. c), del d.lgs. 42/2004:

- a) le ripuliture, gli sfolli e i diradamenti;
 - b) i tagli fitosanitari;
 - c) i tagli finalizzati al restauro forestale dei soprassuoli danneggiati dal fuoco, nonché quelli finalizzati alla riduzione del rischio di incendi boschivi o del dissesto idrogeologico;
 - d) i tagli di ricostituzione e riconversione dei castagneti da frutto;
 - e) i tagli di utilizzazione dei cedui e di conversione degli stessi ad alto fusto;
 - f) i tagli successivi e i tagli saltuari nei boschi d'alto fusto;
 - g) i tagli a buche o a strisce;
 - h) i tagli a raso di fustaie finalizzati alla rinnovazione naturale se previsti dai piani di gestione di cui all'articolo 13 o dai piani di coltura e conservazione di cui all'articolo 14, regolarmente approvati e vigenti;
 - i) i tagli a raso finalizzati al ripristino di *habitat* naturali elencati nell'allegato I della Direttiva 92/43/CEE;
 - j) gli interventi volti al restauro forestale di boschi ed aree degradate;
 - k) i tagli della vegetazione arborea e arbustiva radicata in aree di pertinenza di elettrodotti e di altre reti di distribuzione, di manufatti, della viabilità pubblica, di opere e sezioni idrauliche.
- Al comma 3 dell'art. 34, della legge abruzzese, infine, si legge che "si considerano altresì tagli colturali i tagli boschivi se autorizzati secondo quanto stabilito dalla presente legge e se eseguiti in conformità al regolamento di cui all'articolo 5". La legge, perciò, considera tagli colturali anche tagli di utilizzazione, purché approvati ed eseguiti secondo le previsioni della legge stessa e del regolamento di esecuzione di essa, ancora da emanare (art. 34, comma 3, l.r. Abruzzo 4 gennaio 2014, n. 3).

L'altra fattispecie per la quale la legge abruzzese ha stabilito l'obbligo di nominare un direttore dei lavori forestali è quella degli "interventi di utilizzazione forestale" previsti in piani approvati. La legge non fornisce una definizione di "interventi di utilizzazione forestale". Tuttavia, essa parla di "interventi selvicolturali o d'utilizzazione" (distinguendo, dunque, apparentemente, gli uni dagli altri), nell'art. 3, comma 7; di "utilizzazione dei boschi cedui" nell'art. 5, comma 3, lett. b), di "utilizzazione a ceduo" nell'art. 33, comma 1, lett. d), di "utilizzazione dei cedui", nell'art. 34, comma 2, lett. e) (che annovera, però, questi interventi nella categoria dei tagli colturali), di "utilizzazione dei boschi cedui", nell'art. 35, comma 10; di "interventi selvicolturali o di utilizzazione forestale", nell'art. 38, comma 1, lett. b) (che dunque paiono di nuovo alternativi; l'articolo considera cantiere forestale qualsiasi luogo ove si effettuino tali lavori forestali). Le "utilizzazioni forestali" sono dunque, in senso stretto, per la legge abruzzese come per la letteratura specialistica, interventi diversi dai tagli colturali, tendenti precipuamente ad estrarre dal bosco la materia prima legnosa, per impiegarla successivamente in molti modi diversi. Rientrano dunque nella categoria delle "utilizzazioni

forestali" – con specifico riferimento alla prassi abruzzese – sia i tagli "di uso civico" che quelli "ad uso commercio". Entrambi, infatti, hanno come obiettivo principale, sebbene non esclusivo, quello dell'approvvigionamento di legname: nel primo caso, al fine di soddisfare le richieste dei *cives*; nel secondo, al fine di impiegare il legname per usi diversi. Tuttavia, ogni intervento di utilizzazione del bosco persegue, invero, anche lo scopo della sua coltivazione e del suo mantenimento (Sanzio Baldini, *Le utilizzazioni forestali*, in www.ricercaforestale.it), sicché l'intera categoria dei tagli di utilizzazione forestale è annoverabile in una nozione ampia di tagli colturali. Questa assimilazione è fatta propria – come anticipato – dalla legge abruzzese, che considera i tagli di utilizzazione come tagli colturali, se eseguiti in conformità della legge stessa e del regolamento. Anche i tagli "di uso civico" e quelli "di uso commercio", perciò, se approvati ed eseguiti in conformità delle prescrizioni normative, sono tagli colturali (art. 34, comma 3, l.r. Abruzzo 4 gennaio 2014, n. 3).

² Sulla materia degli appalti pubblici, segnalo soltanto i titoli più recenti utilizzati per questo lavoro: Antonino Longo, *Introduzione alla legislazione degli appalti pubblici*, Milano, Giuffrè, 2014; Alberto Gamberini, Francesco Marascio, *Appunti per le lezioni del corso di diritto degli appalti dei servizi e dei contratti pubblici*, Milano, Giuffrè, 2013; Gerardo Guzzo, *Appalti pubblici. Disciplina, procedura e nuovi profili processuali*, 2a ed., Milano, Giuffrè, 2013; Franco Gaetano Scoca (cur.), *Gli appalti pubblici. Profili sostanziali e processuali. Atti del convegno di Chieti, 8 aprile 2011*, a cura di Franco Gaetano Scoca, Napoli, Editoriale scientifica, 2012.

³ Cass. civ., sez. III, 4 febbraio 2005, n. 2278.

⁴ Cass. civ., sez. II, 17 aprile 2001, n. 5609.

⁵ Cass. civ., sez. II, 4 dicembre 1997, n. 12304.

⁶ I contratti pubblici di appalto per taglio boschivo o per altri interventi che non alterino il dato naturalistico si possono ricondurre alle seguenti categorie di appalti di servizi della nomenclatura CPV: 77200000-2 (Servizi forestali); 77210000-5 (Servizi di lavorazione boschiva); 77211000-2 (Servizi connessi alla lavorazione boschiva); 77211100-3 (Servizi di sfruttamento forestale); 77211200-4 (Trasporto di tronchi nell'ambito dell'area forestale); 77211300-5 (Servizi di disboscamento); 77211400-6 (Servizi di taglio alberi); 77211500-7 (Servizi di manutenzione alberi); 77211600-8 (Seminazione di piante); 77230000-1 (Servizi connessi alla silvicoltura); 77231000-8 (Servizi di gestione silvicola); 77231100-9 (Servizi di gestione di risorse silvicole); 77231200-0 (Servizi di controllo di infestazioni silvicole); 77231300-1 (Servizi di amministrazione delle foreste); 77231400-2 (Servizi di inventario delle foreste); 77231500-3 (Servizi di monitoraggio o valutazione delle foreste); 77231600-4 (Servizi di afforestazione); 77231700-5 (Servizi di estensione di foreste); 77231800-6 (Servizi di gestione di vivai forestali); 77231900-7 (Servizi di pianificazione settoriale delle foreste). Questi codici CPV, non essendo inquadrabili in nessuna delle categorie dalla n. 1 alla n. 26 di cui agli all.ti II-A e II-B del Codice dei contratti pubblici, sono riconducibili alla categoria residuale n. 27 dell'all. II-B, denominata: "altri servizi". A questo inquadramento è pervenuta, del resto, la stessa Autorità di vigilanza nella deliberazione citata, n. 72/2007, con riferimento ai lavori di manutenzione del verde pubblico (codici CPV n. 77211400, 77211500 e 77312000).

⁷ Così, di recente, il Cons. Stato, sez. VI, 16 gennaio 2014, n. 149.

⁸ Cons. Stato, sez. V, 30 maggio 2007, n. 2765.

⁹ Presumibilmente ascrivibile al codice CPV 45230000-8 (Lavori di costruzione di condutture, linee di comunicazione e linee elettriche, autostrade, strade, campi di aviazione e ferrovie; lavori

di livellamento); 45233120-6 (Lavori di costruzione di strade); 45233123-7 (Lavori di costruzione di strade secondarie).

¹⁰ I contratti di cui all'all. II-B del Codice degli appalti – tra i quali rientrano, come si è visto, quelli con cui si affida il taglio boschivo – sono sottratti alla disciplina del Codice riguardante le modalità di aggiudicazione. A queste fattispecie, infatti, sono applicabili soltanto gli artt. 68 (specifiche tecniche), 65 (avviso sui risultati della gara, per i contratti dei settori ordinari) e 225 (avviso relativo agli appalti aggiudicati, per i contratti rientranti nei settori speciali) (cfr. art. 20 del d.lgs. 163/2006). La disposizione non introduce deroghe, però, per quanto concerne le fasi successive, e, in particolare, per l'esecuzione del contratto, che perciò resta disciplinata dal Codice dei contratti pubblici e dal connesso regolamento, anche con riferimento alla materia della direzione dell'esecuzione.

¹¹ La figura del "direttore dell'esecuzione" coincide, di norma, negli appalti di servizi, con quella del responsabile del procedimento. Infatti, in linea di massima – al contrario di quanto avviene, come si vedrà, per gli appalti pubblici di lavori –, "il direttore dell'esecuzione del contratto è il responsabile del procedimento" (art. 300, comma 1, Reg.), e perciò un soggetto inquadrato nell'organico dell'amministrazione aggiudicatrice dell'appalto. Fa però eccezione a questa regola l'art. 272, comma 5, e cioè il caso in cui la stazione appaltante abbia nominato (al suo interno) persona diversa. Inoltre – dispone ancora l'art. 300 Reg., al comma 2 –, il direttore dell'esecuzione del contratto è comunque un soggetto diverso dal responsabile del procedimento (ma sempre interno all'amministrazione) nel caso: a) di prestazioni di importo superiore a 500.000 euro; b) di prestazioni particolarmente complesse sotto il profilo tecnologico ovvero che richiedono l'apporto di una pluralità di competenze ovvero caratterizzate dall'utilizzo di componenti o di processi produttivi innovativi o dalla necessità di elevate prestazioni per quanto riguarda la loro funzionalità. In quest'ultima evenienza, la stazione appaltante può nominare uno o più assistenti del direttore dell'esecuzione, cui affida per iscritto una o più delle attività di competenza del direttore dell'esecuzione. Pur quando non assuma il compito di direttore dell'esecuzione del contratto, il responsabile del procedimento resta peraltro incaricato di una serie di verifiche in ordine alla esecuzione del contratto stesso, che svolge in coordinamento con il direttore dell'esecuzione. Infatti, il responsabile "g) svolge, in coordinamento con il direttore dell'esecuzione ove nominato, le attività di controllo e vigilanza nella fase di esecuzione, fornendo all'organo competente dell'amministrazione aggiudicatrice dati, informazioni ed elementi utili anche ai fini dell'applicazione delle penali, della risoluzione contrattuale e del ricorso agli strumenti di risoluzione delle controversie, secondo quanto stabilito dal codice, nonché ai fini dello svolgimento delle attività di verifica della conformità delle prestazioni eseguite con riferimento alle prescrizioni contrattuali; h) compie, su delega del datore di lavoro committente, in coordinamento con il direttore dell'esecuzione ove nominato, le azioni dirette a verificare, anche attraverso la richiesta di documentazione, attestazioni e dichiarazioni, il rispetto, da parte dell'esecutore, delle norme sulla sicurezza e sulla salute dei lavoratori sui luoghi di lavoro" (artt. 272 e 273 Reg.).

¹² Più nello specifico, l'art. 301 Reg. stabilisce che:

1. Il direttore dell'esecuzione del contratto provvede al coordinamento, alla direzione e al controllo tecnico-contabile dell'esecuzione del contratto stipulato dalla stazione appaltante.
2. Il direttore dell'esecuzione del contratto assicura la regolare esecuzione del contratto da parte dell'esecutore, verificando che le attività e le prestazioni contrattuali siano eseguite in conformità dei documenti contrattuali.

3. A tale fine, il direttore dell'esecuzione del contratto svolge tutte le attività allo stesso espressamente demandate dal codice o dal regolamento, nonché tutte le attività che si rendano opportune per assicurare il perseguimento dei compiti a questo assegnati.

¹³ Si legge, infatti, nell'art. 148 Reg.:

"1. Il direttore dei lavori cura che i lavori cui è preposto siano eseguiti a regola d'arte ed in conformità del progetto e del contratto.

2. Il direttore dei lavori ha la responsabilità del coordinamento e della supervisione dell'attività di tutto l'ufficio di direzione dei lavori, ed interloquisce in via esclusiva con l'esecutore in merito agli aspetti tecnici ed economici del contratto.

3. Il direttore dei lavori ha la specifica responsabilità dell'accettazione dei materiali, sulla base anche del controllo quantitativo e qualitativo degli accertamenti ufficiali delle caratteristiche meccaniche di questi così come previsto dall'articolo 3, comma 2, della legge 5 novembre 1971, n. 1086, e in aderenza alle disposizioni delle norme tecniche per le costruzioni di cui alla legge 5 novembre 1971, n. 1086, alla legge 2 febbraio 1974, n. 64, al decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380, ed al decreto-legge 28 maggio 2004, n. 136, convertito, con modificazioni, dalla legge 27 luglio 2004, n. 186, e successive modificazioni.

4. Al direttore dei lavori fanno carico tutte le attività ed i compiti allo stesso espressamente demandati dal codice o dal regolamento, nonché:

a) verificare periodicamente il possesso e la regolarità da parte dell'esecutore e del subappaltatore della documentazione prevista dalle leggi vigenti in materia di obblighi nei confronti dei dipendenti;

b) curare la costante verifica di validità del programma di manutenzione, dei manuali d'uso e dei manuali di manutenzione, modificandone e aggiornandone i contenuti a lavori ultimati;

c) provvedere alla segnalazione al responsabile del procedimento, dell'inosservanza, da parte dell'esecutore, della disposizione di cui all'articolo 118, comma 4, del codice (in materia di prezzi nel subappalto).

Oltre a questi compiti, che riguardano l'esecuzione dei lavori, il direttore dei lavori può assumere – qualora, evidentemente, questo sia stato pattuito nell'incarico professionale – anche quelli del "coordinatore per l'esecuzione dei lavori" previsto dalla normativa vigente in materia di sicurezza nei cantieri. Se questo non avviene, la stazione appaltante deve prevedere la presenza aggiuntiva di almeno un direttore operativo che svolga le funzioni di coordinatore per l'esecuzione dei lavori (art. 151 Reg.).

¹⁴ Cfr. Corte cost., 23 novembre 2007, n. 401; Corte cost., 14 dicembre 2007, n. 431; Corte cost., 1° agosto 2008, n. 322; Corte cost., 17 dicembre 2008, n. 411; Corte cost., 30 dicembre 2009, n. 341; Corte cost., 11 febbraio 2011, n. 43; Corte cost. 13 giugno 2013, n. 137.

¹⁵ Trib. Reggio Emilia, 18 novembre 2002, in *Giurisprudenza di merito*, 2003, p. 1750; Cass., 21 marzo 1987, n. 2827; Trib. Ascoli Piceno, 25 giugno 1985, Vitali c. Gregori, in *Giur. It.*, 1986, I, 2, 161; Trib. Locri, 4 novembre 1982, Mittiga c. Com. Canolo, in *Diritto e giurisprudenza agraria e dell'ambiente*, 1984, 629; Cass., 11 dicembre 1971, n. 3599, in *Giust. civ. mass.*, 1971, 1944; Cass., 5 luglio 1969, n. 2496; Cass., 8 novembre 1962, n. 3088; Cass., 9 dicembre 1957, n. 4622.

¹⁶ Proprio in considerazione di questo, parte della dottrina riconduce lo schema negoziale in questione piuttosto alla vendita di cosa generica che non a quella di cosa futura, "soprattutto quando la vendita abbia ad oggetto beni già

venuti ad esistenza ed a completa maturazione”. Cfr. Marianna Giuffrida, *Il contratto di vendita delle piante in piedi*, in *Trattato di diritto agrario*, diretto da Luigi Costato, Alberto Germanò e Eva Rook Basile, vol. I, Milanofiori Assago, Wolters Kluwer Italia, 2011, pp. 153-158.

¹⁷ Il TU edilizia si applica, infatti, non soltanto alle attività di edificazione, ma anche ad altre attività che, pur non integrando interventi edilizi in senso stretto, comportano comunque una modificazione permanente dello stato materiale e della conformazione del suolo per adattarlo ad un impiego diverso da quello che gli è proprio in relazione alla sua condizione naturale ed alla sua qualificazione giuridica (Cass. pen., sez. III, 25 giugno 2013, n. 38933, che ha giudicato necessario il permesso di costruire per la realizzazione di un piazzale in luogo di una strada carrabile, trattandosi di intervento edilizio determinante una modifica, in maniera definitiva, dell’assetto territoriale). Nello stesso senso si è orientata la giurisprudenza, in più casi (Cass. pen. Sez. III, 6 novembre 2012, n. 1442, che ha affermato: “La modificazione, in area sottoposta a vincolo paesaggistico, di una preesistente strada sterrata mediante innalzamento del piano e copertura del manto con massetto di cemento non rientra tra gli interventi di manutenzione straordinaria e deve essere preceduta dal rilascio del permesso di costruire e dalla autorizzazione dell’autorità preposta alla tutela del vincolo, comportando una modificazione di carattere stabile ed incidente sull’assetto urbanistico stante il potenziale incremento del traffico veicolare”; TAR Campania Napoli, sez. VII, 13 gennaio 2012, n. 160, che ha ritenuto: “La trasformazione da sentiero pedonale sterrato a strada carrabile comporta una mutamento dello stato dei luoghi talmente radicale da integrare un intervento di nuova costruzione, subordinato al preventivo rilascio del permesso di costruire.”; App. Trieste, sez. I, 23 giugno 2010, che ha ritenuto: “Sussiste la contravvenzione edilizia di cui all’art. 44, lett. c) d.P.R. n. 380 del 2001, qualora si siano costruite delle strade in assenza del dovuto e necessario titolo abilitativo, tenuto conto che simili opere, comportando una trasformazione edilizia del territorio, anche nell’ipotesi in cui ricadano su una precedente pista o strada, necessitano comunque della concessione edilizia (ora permesso di costruire); Trib. Napoli, sez. VII, 22 aprile 2009, che ha ritenuto: “La concessione edilizia - attuale permesso di costruire - è richiesta per ogni attività comportante trasformazione urbanistica ed edilizia del territorio, comprendendosi in tale nozione non le sole attività di edificazione muraria ma tutte quelle opere consistenti in una modificazione dello stato e della conformazione del suolo per adattarlo ad un impiego diverso rispetto alla sua condizione naturale o alla sua qualificazione giuridica ed oggettivamente “stabili”, destinate cioè ad un uso non meramente contingente ma prolungato nel tempo. Nella specie, l’opera consistita nello sbancamento di una rilevante porzione di terreno finalizzata alla realizzazione di una strada che consentisse l’accesso ad un fondo confinante aveva il requisito della stabilità in quanto destinata a soddisfare bisogni non provvisori o meramente contingenti e deve considerarsi “intervento di nuova costruzione”, ai sensi dell’art. 3, lett. f), d.P.R. n. 380/2001, rientrante nella categoria degli interventi soggetti a permesso di costruire”); TAR Lazio Roma, sez. I *quater*, 22 aprile 2014, n. 4346, che ha ritenuto: “ai sensi dell’art. 10 del d.P.R. 6 giugno 2001, n. 380, è soggetta a concessione edilizia ogni attività che comporti la trasformazione del territorio attraverso l’esecuzione di opere comunque attinenti agli aspetti urbanistici ed edilizi, ove il mutamento e l’alterazione abbiano qualche rilievo ambientale ed estetico anche solo funzionale. In particolare, la concessione edilizia è necessaria anche quando si intende realizzare un intervento sul territorio con perdurante

modifica dello stato dei luoghi con materiale posto sul suolo. Non richiedono licenza edilizia solo quei manufatti che, per la destinazione d’uso cui sono finalizzati, oltre che per le loro particolari caratteristiche, possono considerarsi provvisori, di uso temporaneo e destinati alla rimozione dopo l’uso (es. baracca per l’impianto e la conduzione di cantiere edile, capannone eretto in un bosco per il ricovero temporaneo di attrezzi, ecc.)”.

¹⁸ Cass. pen., sez. III, 21 dicembre 2005, n. 2768; Cass. pen., sez. III, 20 dicembre 2005, n. 4328; Cass. pen., sez. III, 10 maggio 2005, n. 34376.

¹⁹ Cass. pen., sez. III, 23 giugno 2009, n. 34879.

²⁰ TAR Abruzzo Pescara, sez. I, 4 giugno 2012, n. 247, Gi.Ma. c. Comune di San Salvo; Cass. pen., sez. III, 20 gennaio 2009, n. 14504; Cass. pen., sez. III, 7 novembre 2006, n. 38924; Cass. pen., sez. III, 11 maggio 2005, n. 22867. Ulteriori compiti e responsabilità incombono sul direttore dei lavori qualora si tratti di opere in cemento armato, che pure si vedono talvolta realizzate nella vivibilità forestale, e che sono di competenza dei dottori agronomi e forestali con gli stessi limiti previsti per i geometri. L’art. 64, comma 3, del TU, impone che la “esecuzione delle opere” avvenga obbligatoriamente “sotto la direzione di un tecnico abilitato, iscritto nel relativo albo, nei limiti delle proprie competenze stabilite dalle leggi sugli ordini e collegi professionali”. Trattandosi di cemento armato, le responsabilità sono così ripartite dal successivo art. 64 del TU edilizia: il progettista – e cioè, normalmente, in materia di lavori in bosco, un direttore forestale che ha redatto il progetto per conto del proprietario del bosco – ha la responsabilità diretta della progettazione di tutte le strutture dell’opera comunque realizzate (comma 4); il “direttore dei lavori”, ed il costruttore, ciascuno per la parte di propria competenza, hanno la responsabilità “della rispondenza dell’opera al progetto, dell’osservanza delle prescrizioni di esecuzione del progetto, della qualità dei materiali impiegati, nonché, per quanto riguarda gli elementi prefabbricati, della posa in opera” (comma 5). Si tratta di responsabilità civile, nel senso che il direttore dei lavori sarà chiamato a rispondere dei danni, sia contrattuali, sia extracontrattuali, derivati al committente o a terzi dall’inadempimento alle obbligazioni di vigilanza su di lui gravanti. Obblighi ulteriori, sanzionati penalmente, gravano, però, sul direttore dei lavori in cemento armato, stabiliti dagli articoli successivi del TU edilizia: egli deve sottoscrivere la relazione da allegare alla denuncia di inizio lavori, nonché stilare la relazione a struttura ultimata (art. 65); deve custodire i documenti di cantiere (art. 66); deve interfacciarsi con il collaudatore (art. 67). L’inosservanza degli obblighi di cui all’art. 66 e dell’obbligo di inviare la relazione a struttura ultimata, di cui all’art. 65, comma 6, comporta, per il direttore dei lavori, l’assoggettamento alle sanzioni penali di cui all’art. 73.

²¹ Si v. Alberto Biffoli, *La direzione lavori nei tagli di boschi privati. Contributo sugli aspetti generali*, in *Sherwood*, n. 172 (aprile 2011), pp. 27-30; id., *Direzione lavori nei tagli dei boschi di proprietà privata. Fasi operative*, in *Sherwood*, n. 173 (maggio 2011), pp. 39-42.

²² La fissazione di un insieme di compiti del direttore dei lavori forestali avrebbe rilevanza anche ai fini penali e dell’applicazione di sanzioni amministrative. Al di fuori della materia degli appalti pubblici e di quella edilizia, non ci sono infatti, allo stato, obblighi stabiliti per legge, neppure regionale, o da altra fonte ad essa subordinata, che impegnino il direttore dei lavori forestali alla vigilanza sui lavori di taglio, costituendolo così in una “posizione di garanzia”. Ed è appena il caso di ricordare che, secondo l’insegnamento della Corte di cassazione sul punto (Cass. pen., sez. III,

22.09.2004, n. 40618), il direttore dei lavori può essere costituito in “posizione di garanzia” soltanto in forza di una legge o di un contratto che eventualmente lo impegni, in modo sufficientemente preciso, alla vigilanza sull’andamento dei lavori, e soltanto con riguardo a quegli eventi costituenti reato (ma lo stesso vale per gli illeciti amministrativi) che egli abbia il potere giuridico di impedire.

²³ Sul concetto di “*utilitates* ecosistemiche”, al posto di quello più corrente di “servizi ecosistemici” offerti dal bosco, si v., di recente, Piermaria Corona, *Dietro i fatti ci sono le idee (e il linguaggio)*, www.sisefeditor.org.

²⁴ Corte cost., 18 luglio 2014, n. 209; Corte cost., 21 aprile 2011, n. 151; Corte cost., 4 dicembre 2009, n. 316, in materia di violazione degli standard minimi di protezione dei siti Natura 2000 di cui al d.m. 17 ottobre 2007.

²⁵ L’intervento del legislatore statale potrebbe riguardare anche la materia degli appalti pubblici (di servizi e lavori), la cui disciplina in materia di direzione andrebbe precisata con riferimento al settore specifico dei lavori boschivi, specialmente declinando ciascuna delle fasi dell’esecuzione del contratto (inizio dell’esecuzione, sospensioni, varianti, ecc.) secondo le peculiarità dei lavori forestali. Ma tutto questo richiede un approfondimento che va rinviato ad un’altra sede.

NUOVE ESPOSIZIONI ED EFFETTI SULLA SALUTE NEI LAVORATORI FORESTALI

Lucia Miligi¹, Andrea Salvadori¹, Barbara Cortini¹, Sara Piro¹, Simona Verdi¹
Andrea Martini¹, Gianfranco Sciarra²

¹ISPO Istituto per lo studio e la Prevenzione Oncologica, S.C. di Epidemiologia Ambientale - Occupazionale, Firenze; l.miligi@ispo.toscana.it

²Laboratorio di sanità pubblica area vasta Toscana Sud Est, ASL 7, Siena

Il D.Lgs 81/2008, al titolo IX capo II “Protezione da agenti cancerogeni e mutageni” riporta numerosi adempimenti che il datore di lavoro deve espletare nel caso che la lavorazione comporti una esposizione ad agenti cancerogeni. In passato per i lavori di taglio del bosco e cippatura in bosco non erano mai state evidenziate possibili esposizioni a cancerogeni, grazie però ad un progetto di ricerca dalla Regione Toscana è stata provata una esposizione a cancerogeni. In particolare la ricerca ha dimostrato che esiste una sicura esposizione a polveri di legno duro, IPA e benzene nelle operazioni di taglio del bosco con motosega, mentre nelle operazioni di cippatura in bosco l’esposizione a polveri di legno duro. Tale ricerca apre quindi uno scenario sanitario del tutto nuovo rispetto a quello che si riteneva in passato con tutto ciò che comporta dal punto di vista della protezione dei lavoratori che deve essere quindi rivalutata alla luce dei risultati ottenuti. Una parte del progetto, ha avuto come obiettivo principale quello di studiare la mortalità generale e quella per tumore dei lavoratori forestali Toscani. Questo studio sullo stato di salute dei lavoratori forestali, ha usato il metodo dello studio epidemiologico retrospettivo di tipo coorte e le informazioni del Registro Toscano dei tumori naso sinusali. È stata ricostruito così lo stato in vita di 1161 operatori forestali, l’analisi dello studio di coorte ha fatto emergere un quadro di mortalità generale favorevole rispetto alla popolazione generale, ma un eccesso per alcuni tipi di tumori che potrebbero essere associati alle esposizioni lavorative degli operatori forestali.

Parole chiave: forestali, studio di coorte, rapporti standardizzati di mortalità, polveri di legno.

Keywords: forest operator, retrospective cohort study, standardized mortality ratios, wood dust.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-lm-nuo>

1. Introduzione

Nell’ambito del piano mirato regionale “Azioni per la tutela della salute e sicurezza dei lavoratori del comparto agricolo e forestale 2010-2012” sono stati previsti progetti finalizzati ad incrementare le conoscenze su questo fronte. Specifico per il comparto forestale è stato approvato nel 2009 il “Progetto di ricerca per la valutazione dell’esposizione a polveri di legno e a gas di scarico delle motoseghe durante le operazioni di taglio del bosco”.

Con tale progetto si è inteso approfondire la conoscenza dello stato di salute degli addetti del comparto agricolo forestale definendo il profilo di rischio degli operatori addetti al taglio del bosco.

Il progetto si è svolto in collaborazione con la Regione Toscana, il Dipartimento di Scienze Tecnologiche Ambientali Forestali (DISTAF) dell’Università di Firenze, il Laboratorio di Sanità Pubblica Area Vasta Toscana Sud-Est, l’Istituto per la valorizzazione del legno e delle Specie arboree del Consiglio nazionale delle Ricerche (CNR-IVALSA) e l’Istituto per lo Studio e la Prevenzione Oncologica (ISPO).

Il D.Lgs 81/2008, al titolo IX capo II “Protezione da agenti cancerogeni e mutageni” riporta numerosi adem-

pimenti che il datore di lavoro deve espletare nel caso che la lavorazione comporti una esposizione ad agenti cancerogeni. In passato per i lavori di taglio del bosco e cippatura in bosco non erano mai state evidenziate possibili esposizioni a cancerogeni, grazie però a questo progetto dalla Regione Toscana è stata provata una esposizione a cancerogeni. In particolare la ricerca ha dimostrato che esiste una sicura esposizione a polveri di legno duro, IPA e benzene nelle operazioni di taglio del bosco con motosega, mentre nelle operazioni di cippatura in bosco è stata dimostrata l’esposizione a polveri di legno. Tale ricerca apre quindi uno scenario sanitario del tutto nuovo rispetto a quello che si riteneva in passato con tutto ciò che comporta dal punto di vista della protezione dei lavoratori che deve essere quindi rivalutata alla luce dei risultati ottenuti.

Obiettivo di questa parte specifica del progetto, qui presentato, è stato quello di valutare il contributo dell’attività lavorativa dei lavoratori forestali delle comunità montane della Toscana, ovvero studiare la mortalità generale e in particolare la mortalità per tumore di questa popolazione lavorativa. Questo approfondimento sullo stato di salute di forestali, in particolare il rischio cancerogeno, è stato affidato all’Isti-

tuto per lo studio e la prevenzione Oncologica-ISPO di Firenze.

I lavoratori forestali sono esposti ad una varietà di agenti che possono costituire un rischio per la loro salute, tra questi ricordiamo in primo luogo gli agenti fisici (vibrazioni, rumore) (Malinowska-Borowska *et al.*, 2012), gli agenti biologici (microrganismi, insetti ed animali) e gli agenti chimici come i gas di scarico delle motoseghe, alimentate a miscela benzina/olio, che possono contenere frazione di idrocarburi (benzene, idrocarburi policiclici aromatici-IPA), associati allo sviluppo di patologie tumorali. Questi lavoratori inoltre sono sicuramente esposti a polveri di legno.

I forestali lavorano prevalentemente all'aria aperta, e possono essere esposti anche a pesticidi nell'ambito del loro lavoro anche se in maniera diversa dagli agricoltori. Queste sostanze sono state associate allo sviluppo di tumori ed in particolare del sistema emolinfopoietico, come dimostra uno studio condotto nel 1988 sul rischio di sviluppare un linfoma maligno dopo esposizione ad erbicidi in una coorte di uomini svedesi impiegati nel settore forestale (Wiklund *et al.*, 1988).

Oltre ai rischi connessi agli agenti sopra menzionati bisogna considerare anche quelli connessi alle caratteristiche del terreno e quelli derivanti dalle condizioni climatiche avverse che possono sviluppare patogeni in grado di infettare individui che lavorano in questo ambiente (Cisak *et al.*, 2012).

Pochi studi hanno affrontato l'esposizione a polveri di legno nel settore forestale a causa del numero ridotto di lavoratori che operano in questo settore e la difficoltà di rintracciarli (Foà *et al.*, 2008).

Infatti molti degli studi epidemiologici riguardanti l'esposizione a polveri di legno si occupano dell'industria del mobile che impiega molti più lavoratori che sono molto più facili da raggiungere (Alwis, 1998).

Determinare il livello di esposizione a polveri di legno a cui anche questi lavoratori possono essere esposti è allora estremamente importante (Puntaric *et al.*, 2005) perché alti livelli di esposizione possono provocare serie malattie professionali (Laakkonen *et al.*, 2006). La polvere di legno è stata valutata dall'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro di Lione come "certo cancerogeno per l'uomo" (IARC Monografia 62, 1995; IARC Monografia 100, 2012); infatti studi epidemiologici riportano una forte associazione tra esposizione a polveri di legno e tumori naso sinusali, in particolare per il sottotipo adenocarcinoma. Inizialmente si pensava che nel taglio del bosco non vi fosse o fosse trascurabile l'esposizione a polveri di legno poiché si riteneva che la polvere creata dalla motosega fosse troppo umida e grossolana per essere inalata, solo uno studio condotto nel 2007 dimostrò la presenza, anche se contenuta, di un'esposizione (Scancarello *et al.*, 2008). Gli studi epidemiologici volti ad indagare la relazione tra questa categoria lavorativa e sviluppo di tumori sono pochi, e molte delle indagini riportano i rischi per questi lavoratori insieme a quelli degli agricoltori che nonostante alcune somiglianze per tipologia di esposizioni a cui sono sottoposti presentano molte diversità. Gli studi epidemiologici che

hanno preso in considerazione i lavoratori forestali mostrano alcuni eccessi tumorali, in particolare quelli a carico del sistema emolinfopoietico (Flodin *et al.*, 1987; Reif, 1989; Wiklund *et al.*, 1988; Blair *et al.*, 1993) dell'apparato digerente (Cocco *et al.*, 1994; Dockerty *et al.*, 1991), il tumore naso-sinusale (Elwood, 1981; Vaughan and Hutchinson, 1989; D'Errico *et al.*, 2009) ed anche il tumore del rinofaringe (Kawachi *et al.*, 1989). Per il tumore naso-sinusale l'occupazione come lavoratore forestale risulta nel complesso meno a rischio rispetto ad altre situazioni lavorative comportanti esposizione elevate e in ambiente chiuso a polveri di legno.

Uno studio epidemiologico del 2008 (Lope, 2008) condotto in Svezia, ha cercato di identificare le professioni con elevata incidenza del mieloma multiplo e di indagare il possibile eccesso di rischio connesso con l'esposizione professionale ad agenti chimici. È stato riscontrato un eccesso di rischio tra gli agricoltori, orticoltori, forestali e lavoratori nel settore della pesca. L'associazione tra mieloma multiplo e agricoltura è stata ampiamente studiata in letteratura ma non si hanno abbastanza conoscenze sull'esposizione responsabile di questa associazione. Riguardo ai possibili agenti eziologici possono essere citati l'esposizione a scarichi diesel, infezione da virus zoonotici ed esposizione a pesticidi (Baris *et al.*, 2004). In un recente studio caso-controllo del 2011 si analizza l'associazione tra cancro ai testicoli e lavori agri-coli/forestali. Si osserva un eccesso di rischio per i forestali anche se basato solo su 3 casi. Per i soggetti che non sono stati mai impegnati nella lavorazione del legno non vi è invece alcun aumento di rischio (Schmeisser *et al.*, 2011).

Un'ulteriore patologia che potrebbe essere di natura professionale è il tumore gastrico evidenziato da uno studio caso-controllo condotto nel 1997 su una popolazione di uomini in Montreal di età compresa tra i 35-70 anni. Si ritrova anche un elevato rischio per i lavoratori forestali, lavoratori trasporto a motore, industria alimentare (Parent *et al.*, 1998). In un importante studio condotto sulle popolazioni nordiche su 15 milioni di persone di età compresa tra 30 e 64 anni, negli'anni 1960, 1970, 1980/1981 e 1990 e 2.8 milioni di casi di tumore diagnosticati in un *follow up* fino al 2005, si conferma l'associazione tra occupazione e tumore. Si riscontra, per i forestali, un alto rischio per il tumore alle labbra (Pukkala *et al.*, 2009).

2. Materiali e metodi

L'ISPO ha ritenuto di studiare questa popolazione lavorativa attraverso:

a) lo studio di coorte (coorte di tipo retrospettivo) che è il modello di studio più appropriato per studiare questa popolazione lavorativa, in cui si ipotizza esposizione a diversi agenti con diversi livelli di esposizione ed in cui viene valutata la mortalità generale, per tutte le cause e quella tumorale in particolare, tra i forestali rispetto alla popolazione generale.

Lo studio di coorte necessita di avere informazioni sui soggetti che sono stati al lavoro conoscendone i dati anagrafici in modo tale da rendere poi possibile il

follow up di ogni soggetto per conoscerne lo stato in vita e nel caso di soggetti deceduti, la causa di morte.

Per la costituzione della coorte è stato necessario quindi ricercare i nominativi dei lavoratori forestali che hanno operato in Toscana (il minimo delle informazioni necessarie sono nome, cognome, luogo e data di nascita) negli ultimi trenta anni, e quindi di sondare la disponibilità delle comunità montane. E' stato quindi avviato il *follow up* dei soggetti in studio. Il *follow up* delle coorti viene effettuato tramite il *link* con i dati del Registro di Mortalità Regionale (RMR) affidato ad ISPO e tramite gli uffici anagrafici dei comuni di residenza dei soggetti per gli anni non coperti dal RMR.

Sono molti i soggetti che lavorano presso operatori pubblici e privati nella produzione di beni e servizi e nella tutela del patrimonio forestale e boschivo. In questo studio è stata presa in considerazione solo la categoria degli operatori pubblici dipendenti della Regione Toscana e degli enti delegati (Amministrazioni Provinciali, Comunità Montane e Comuni) escludendo il Corpo Forestale dello Stato (CFS).

Per ricostruire il quadro di mortalità di questa popolazione lavorativa sono stati ricercati i nominativi dei lavoratori forestali che hanno operato in Toscana negli ultimi 30 anni tramite la richiesta di informazione a tutte le Amministrazioni Provinciali della Toscana, a tutte le Comunità Montane-Unioni dei Comuni e i relativi Comuni ed alla Cassa di Previdenza dei lavoratori forestali della Toscana.

b) In aggiunta allo studio epidemiologico di coorte, sono state riviste le informazioni sui casi raccolti nell'ambito del Registro Toscano dei Tumori naso-sinusali, Registro affidato all' ISPO ed a cui collaborano tutti i servizi di Prevenzione, Igiene e Sicurezza nei Luoghi di Lavoro delle ASL del territorio toscano a partire dal 2005 (anno da cui il registro è attivo) per indagare se vi sono stati casi che hanno lavorato come operatori forestali.

2.1 Analisi statistica

Sono stati calcolati i rapporti standardizzati di mortalità (SMR: confronto tra numero di decessi osservati e numero di decessi attesi per ciascuna causa di morte e computo della relativa incertezza statistica, Limiti di Confidenza della stima al 95%, IC) per tutti gli addetti per tutte le cause e per le singole cause. L'analisi per SMR, essendo il rapporto tra casi osservati ed attesi permette di mettere in evidenza un eventuale eccesso della mortalità nella coorte rispetto alla popolazione che viene considerata come riferimento.

La popolazione di riferimento scelta è la popolazione Toscana, i tassi di riferimento sono i tassi di mortalità aggiornati al 2009.

Con l'analisi di mortalità in una coorte si evidenzia se, all'interno della coorte stessa, la mortalità per alcune cause è significativamente superiore alla mortalità attesa (attesa assumendo che la coorte si comporti come la popolazione presa come riferimento, nel nostro caso, la popolazione toscana). Si verifica, in questo modo, l'effetto di una eventuale esposizione occupazionale. Il *dataset* dei tassi di riferimento è necessario per poter calcolare SMR e costruire il relativo intervallo di confidenza, operazione

necessaria per stabilire per quali cause la mortalità è significativamente superiore all'atteso.

3. Risultati

3.1 Studio di coorte

Le risposte che sono pervenute da tutte le Amministrazioni Provinciali, Comuni e Comunità Montane hanno permesso di assemblare una coorte di 1210 soggetti che hanno lavorato come operai forestali in Toscana dagli anni '70 su cui è stato avviato lo studio di mortalità.

La prima assunzione è avvenuta nell'anno 1974, ultima assunzione nel 2010. Primo decesso osservato nella coorte è del 1981. Il *follow up* va dal 01/01/1970 al 31/12/2009. Abbiamo quindi operato un ulteriore aggiornamento della mortalità al 2010.

Il *follow up* della coorte degli operai impiegati come forestali parte dal 1970, il periodo di *follow up* scelto rispecchia il momento in cui sono nate le comunità (inizio nel 1974) e per quanto riguarda la fine del *follow up* sono state raccolte informazioni sui soggetti fino alla data più recente disponibile.

L'analisi di corte è stata fatta utilizzando il software statistico STATA.

Dei 1210 soggetti dopo una serie di controlli di congruità dei dati, 1161 sono poi entrati nell'analisi di coorte.

Dall'analisi descrittiva della coorte (tabella 1) si può osservare che i soggetti della coorte sono vivi al 2010 per una percentuale elevata, circa 86%, e solo 11% deceduto. Inoltre la percentuale di persi al *follow up*, e la percentuale di soggetti che sono risultati sconosciuti alle fonti informative da noi utilizzate per questa coorte sono molto bassi (i persi al *follow up* sono circa il 2% e gli sconosciuti 0.5%), questi due parametri indicano che non ci sono distorsioni tali nella coorte che possano inficiarne i risultati.

Nella tabella 2 vengono riportati i dati relativi alla durata al lavoro come forestali da cui si può osservare che circa il 42% ha lavorato tra 10 e 20 anni.

Se guardiamo la composizione dei soggetti e dei deceduti della coorte per provincia, tabella 3, si può osservare che i forestali della provincia di Arezzo (composta da: Valtiberina, Casentino, Pratomagno, Provincia di Arezzo e Comune di Arezzo) sono oltre 1/3 della coorte e contribuiscono per il 76% dei decessi. Questo è dovuto essenzialmente al fatto che è questa parte della coorte è più anziana rispetto alle altre: infatti oltre il 50% dei soggetti in questa coorte sono nati prima del 1941 mentre nelle altre province solo circa il 10% sono nati prima del '41. Nella tabella 4, sono presentati i risultati dell'analisi di coorte in termini di numero di casi osservati, numero di casi attesi, SMR (rapporto standardizzato di mortalità) ed intervalli di confidenza al 95%.

Dai risultati della coorte emerge che la mortalità per tutte le cause è significativamente in difetto rispetto alla popolazione generale Toscana. Come spesso accade nelle coorti lavorative si assiste a quello che viene definito "l'effetto lavoratore sano" nel caso della coorte dei forestali l'effetto sembra essere importante.

Anche le malattie cardiovascolari sono in difetto ed al limite della significatività statistica. Anche tutti i tumori sono in difetto ma non in maniera significativa. Altra causa invece significativamente in difetto risulta quella relativa ai tumore del polmone (ICD IX 162). Tra le cause invece in eccesso, SMR al di sopra di 100, nessuna raggiunge la significatività statistica, ma incrementi di rischi per le cause non tumorali sono stati osservati per cirrosi, bronchite, enfisema, asma. Fra i tumori invece si è osservato un eccesso di tumore della laringe, dell'esofago, tumore del fegato, dell'encefalo e per i linfosarcomi. Un eccesso viene anche osservato per i tumori delle "labbra e cavità orali e faringe". L'aggiornamento della mortalità al 2010 ha messo in luce un incremento del numero di tumori delle "labbra e cavità orale e faringe" (da 2 a 6) con un SMR in eccesso (242) anche se non statisticamente significativo, tra questi tumori due sono i casi di tumore del rinofaringe (SMR 963, IC 95% 116.7-3500), tumore che è associato con l'esposizione a polveri di legno. Questi incrementi di rischio sono però basati su un basso numero di casi osservati.

3.2 Verifica dei casi con lavoro come forestale dal Registro Toscano dei Tumori Naso-Sinusali

In Toscana il Registro Toscano dei Tumori Naso-Sinusali (TUNS), all'interno del Centro Operativo Regionale (COR), che risponde ai dettati di legge (art.244del D.Lgs 81/2008) sulla registrazione dei tumori professionali ed è stato affidato ad ISPO inserisce nel registro, secondo le linee guida emanate da ISPESL/INAIL, i casi di TUNS dal 2005.

Sulla base della storia lavorativa dei casi inseriti nel registro è stato valutato quanti soggetti avessero lavorato come forestali.

Al dicembre del 2013 (dati al 16/12/2013) i casi incidenti inseriti nel registro Toscano dei TUNS sono stati 209. Tra i soggetti inseriti nel registro, 5 soggetti (2,3% della casistica) risultano aver fatto almeno un periodo lavorativo con diverse mansioni come addetti al taglio del bosco ed esposti in diversa misura a polveri di legno derivante dal lavoro come boscaiolo.

4. Conclusioni

Il progetto regionale ha permesso di valutare da più punti di vista la situazione lavorativa di un comparto poco conosciuto quale quello dei forestali.

Per quanto riguarda lo stato di salute ed in particolare il rischio cancerogeno legato a questo tipo di lavoro, è stata costruita una coorte di lavoratori toscani che hanno lavorato o alle comunità montane o nei comuni toscani come operai forestali. Pochi sono gli studi che nella letteratura epidemiologica hanno preso in esame questi lavoratori, molte volte questa tipo di lavoro è stato valutato insieme agli agricoltori da cui differiscono per molte caratteristiche.

I lavoratori forestali possono essere sottoposti a numerosi fattori di rischio sia fisici che chimici che biologici. Alcuni di questi agenti come le polveri di legno, il benzene e gli IPA (contenuto nel gas di scarico delle motoseghe alimentate a benzina/olio)

sono certi o sospetti cancerogeni (valutazioni IARC <http://monographs.iarc.fr/>) inoltre possono essere soggetti ad esposizione ad agenti biologici di diversa natura.

Dall'analisi della coorte dei forestali che hanno lavorato nella Toscana e che ha preso in considerazione 1161 soggetti, emerge un quadro di mortalità per tutte le cause favorevole rispetto alla popolazione generale mostrando un effetto abbastanza tipico nelle coorti lavorative che viene definito effetto "lavoratore sano". Anche per il tumore del polmone si ha un difetto di mortalità forse derivante da una diversa abitudine al fumo di questi lavoratori rispetto alla popolazione generale come del resto è stato visto nelle coorti degli agricoltori (Blair *et al.* 1985) e come potrebbe confermare il fatto che anche le cause relative alle malattie cardiovascolari sono in difetto, anche se non in maniera significativa.

A fronte di questo favorevole quadro di mortalità nella coorte toscana dei forestali emergono alcune sedi tumorali in eccesso, anche se questi eccessi non sono statisticamente significativi o sono basati su un basso numero di soggetti.

Tra le cause in eccesso i tumori del fegato, questo eccesso potrebbe essere dovuto a fattori di tipo infettivo (Epatite B o C) o ad abitudini di vita quale l'uso di bevande alcoliche come del resto potrebbe fare pensare l'SMR elevato per Cirrosi Epatica.

Altre cause in eccesso sono state i tumori della laringe e dell'encefalo ma sono basati su un numero piccolo di casi osservati. Questi eccessi sono di difficile spiegazione anche se i tumori cerebrali sono stati associati all'uso di pesticidi. L'aggiornamento della coorte al 2010 ha messo in luce un numero maggiore di casi nella categoria tumori della labbra, cavità orale e faringe, mettendo in luce un SMR statisticamente significativo, anche se basato su un basso numero di casi esposti, per i tumori del rinofaringe che sono associati all'esposizione a polveri di legno.

Nella coorte sono stati osservati anche due casi di linfomi che hanno prodotto un rischio lievemente aumentato ma non staticamente significativo, questi casi potrebbero essere riconducibili ad esposizioni a pesticidi o a benzene contenuto nei gas di scarico delle motoseghe.

Lo studio presenta alcuni punti di forza ma anche alcuni limiti. Punti di forza sono: a) essere riusciti a costruire una coorte di questi lavoratori data la difficoltà di reperire informazioni, per questo motivo esistono pochissimi esempi in letteratura di coorti di forestali, b) basso numero di persi al *follow up*, questo indicatore di validità dello studio ci garantisce che le distorsioni sono minime.

Un limite dello studio è che la coorte è composta da soggetti che lavorano nel pubblico e non vi sono nella coorte aziende private data la difficoltà di reperire informazioni per questo tipo di aziende a volte composte da pochi soggetti. Sarebbe stato sicuramente importante avere anche questa parte di lavoratori e si spera in futuro di poter colmare questa mancanza. Un ulteriore limite è che la coorte è piccola ed il *follow up* non sufficientemente lungo per poter osservare tumori

che hanno bisogno di tempi di latenza più lunghi. I lavoratori forestali possono essere esposti a polveri di legno anche se in misura minore rispetto ad altre categorie lavorative.

Lo studio sull'esposizione condotto all'interno di questo progetto lo conferma. Dallo studio Woodex (Kauppinen *et al.*, 2006) che ha stimato il numero di lavoratori esposti a polveri di legno nei 25 paesi dell'Unione europea, 148000 sono i forestali rappresentando il 33% dei lavoratori esposti a questo agente anche se la percentuale di soggetti esposti a $> 5 \text{ mg/m}^3$ potrebbero essere un numero molto più basso. Comunque dai dati del registro toscano dei TUNS risultano casi che hanno lavorato come addetti al taglio del bosco a confermare che questa esposizione è avvenuta.

La conoscenza dello stato di salute dei lavoratori forestali in regione Toscana non ha previsto di approfondire altre patologie non tumorali o il fenomeno infortunistico che comunque ha sicuramente peso in questo contesto lavorativo come purtroppo confermato da recenti accadimenti descritti sulla stampa. Infatti da una breve ricerca effettuata su Internet e riguardante gli ultimi anni, sugli infortuni/incidenti sul lavoro per le principali mansioni svolte dai lavoratori forestali, come il taglio della legna, taglio con motosega, potatura piante sono emersi dati riguardanti episodi avvenuti nel periodo recente. Sono stati infatti trovati 5 episodi di infortunio sul lavoro tra il 2008 ed il 2013 di cui

alcuni mortali. Molto evidente risulta il fatto che su cinque articoli di infortuni più della metà siano accaduti nella zona di Arezzo, zona che presenta un territorio molto esteso di foreste e boschi. Anche se questa ricerca non è esaustiva ci riconduce ad un fenomeno importante da considerare ed approfondire, del resto dallo studio di coorte anche se le cause violente non sono in eccesso alcune potrebbero essere riconducibili ad infortunio ed il problema della sicurezza sul lavoro tra i forestali è uno dei punti importanti che deve essere tenuto costantemente sotto controllo.

Il conclusione il progetto regionale ha dato modo di definire che esiste una sicura esposizione a polveri di legno duro, IPA e benzene nelle operazioni di taglio del bosco con motosega, mentre nelle operazioni di cippatura in bosco è stata dimostrata l'esposizione a polveri di legno duro anche se i livelli di esposizione sono inferiori a quelli di altri settori lavorativi, lo studio di coorte sui lavoratori forestali ha mostrato alcuni eccessi per alcune sedi tumorali, in particolare per il tumore del rinofaringe che è associato in maniera certa con l'esposizione a polveri di legno, che potrebbero avere a che fare con l'esposizione lavorativa.

L'attenzione alla sicurezza sul lavoro ma anche su alcuni abitudini di vita di questa popolazione lavorativa ci inducono a considerare la necessità di programmi di formazione ed informazione continua dei lavoratori nonché di programmi di promozione della salute.

Tabella 1. Caratteristiche della coorte.

<i>Soggetti nella coorte</i>	1161
Anni-persona	23311.31
Durata media <i>follow up</i> e <i>range</i> (anni)	20.07 (0.01 – 35.12)
Durata mediana <i>follow up</i> (anni)	22.00
Età media all'entrata a lavoro e <i>range</i> (anni)	36.03 (15.25 – 77.23)
Età media all'uscita a lavoro e <i>range</i> (anni)	51.90 (18.68 – 90.14)
<i>Stato in vita (%)</i>	
Viventi al 31/12/2009	1005 (86.56%)
Deceduti al 31/12/2009	122 (10.51%)
Deceduti al 31/12/2010	133 (11.5)
Con causa di morte	111
Senza causa di morte	11
Sconosciuti	6 (0.52%)
Persi al <i>follow up</i>	23 (1.98%)
Emigrati	5 (0.43%)
<i>Totale soggetti</i>	<i>1161 (100.00%)</i>

Tabella 2. Descrizione per durata di lavoro.

<i>DURATA lavoro (in anni)</i>	<i>Freq</i>	<i>Perc.</i>
da 0 - a 1	42	3.62
da 1 - a 5	107	9.22
da 5 - a 10	158	13.61
da 10 - a 20	481	41.43
da 20 - a 30	324	27.91
da 30 - a 40	49	4.22
<i>Totale</i>	<i>1161</i>	<i>100.00</i>

Tabella 3. Descrizione per provincia di lavoro della coorte e dei decessi.

<i>Provincia di lavoro</i>	<i>Coorte</i>		<i>Decessi</i>	
	<i>Freq</i>	<i>Perc.</i>	<i>Freq</i>	<i>Perc.</i>
AR	446	38.42	95	77.87
FI	31	2.67	0	0.00
GR	197	16.97	10	8.20
LI	43	3.70	0	0.00
LU	137	11.80	7	5.74
MS	65	5.60	2	1.64
PI	55	4.74	1	0.82
PO	16	1.38	0	0.00
PT	64	5.51	3	2.46
SI	107	9.22	4	3.28
<i>Totale</i>	<i>1161</i>	<i>100.00</i>	<i>122</i>	<i>100.00</i>

Tabella 4. Mortalità osservata e attesa per le principali cause di morte osservate nella coorte, SMR¹. Follow up 01/01/1970 - 31/12/2009. Standard popolazione Toscana (*In grigio gli SMR in eccesso o in difetto o statisticamente significativi*).

<i>Cause di morte maggiori (ICD)</i>	<i>Osservati</i>	<i>Attesi</i>	<i>SMR¹</i>	<i>IC 95%</i>	
Tutte la cause (000-999)	122	151.10	80.74	67.05	96.41
Malattie cardio vascolari (390-459)	32	44.78	71.46	48.88	100.88
Cardiopatie ischemiche (410-414)	17	19.62	86.67	50.49	138.76
Malattie apparato respiratorio (460-519)	6	7.38	81.34	29.85	177.04
Pneumoconiosi (500-505)	0	0.45	0.00	0.00	812.40
Asbestosi (501)	0	0.23	0.00	0.00	1600.00
Silicosi (500; 502)	0	0.21	0.00	0.00	1800.00
Bronchite enfisema asma (490-493)	5	3.70	134.96	43.82	314.96
Cirrosi (571)	8	5.13	155.94	67.32	307.26
Malattie sistema nervoso (320-359)	2	3.32	60.31	7.30	217.86
Disturbi psichici (290-319)	1	1.40	71.55	1.81	398.65
Morbo di Parkinson (332)	0	0.57	0.00	0.00	650.72
Malattie apparato digerente (520-579)	8	8.05	99.32	42.88	195.70
Malattie apparato genito-urinario (580-629)	2	1.49	134.28	16.26	485.05
Cause mal definite (780-799.8)	0	0.78	0.00	0.00	473.09
Cause sconosciute (799.9)	0	0.22	0.00	0.00	1700.00
Cause violente (800-999)	6	11.51	52.14	19.13	113.49
Diabete (250)	1	3.13	31.99	0.81	178.22
Tutti i tumori maligni (140-208)	51	64.65	78.89	58.74	103.73
Tutti i tumori benigni (210-238)	0	0.58	0.00	0.00	636.54

(Segue Tabella 4)

Tumori di natura non specificata (239)	0	0.89	0.00	0.00	415.80
Tumori apparato digerente e peritoneo (150-159)	21	22.53	93.22	57.70	142.50
Tumore labbra e cavità orale e faringe (140-149)	2	0.89	225.47	27.31	814.47
Tumore dell'esofago (150)	2	1.31	152.21	18.43	549.84
Tumore dello stomaco (151)	6	5.93	101.11	37.11	220.08
Tumore intestino e retto (152-154)	3	6.16	48.72	10.05	142.39
Tumore cistifillea (156)	1	0.70	142.62	3.61	794.63
Tumore del pancreas (157)	4	3.14	127.49	34.74	326.43
Tumore del fegato (155)	5	3.77	132.45	43.01	309.11
Tumore del fegato primitivo (155.0)	4	2.58	154.84	42.19	396.44
Tumore del peritoneo e retroperitoneo (158)	0	0.20	0.00	0.00	1800.00
Tumori sede ns dell'apparato digerente (159)	0	1.28	0.00	0.00	288.28
Tumori apparato respiratorio (160-165)	14	22.65	61.80	33.79	103.69
Tumore del naso (160)	0	0.13	0.00	0.00	2800.00
Tumore laringe (161)	3	1.54	194.60	40.13	568.70
Tumore del polmone (162)	10	20.17	49.58	23.78	91.19
Tumore della pleura (163)	1	0.58	173.11	4.38	964.49
Tumori sede ns dell'apparato respiratorio (165)	0	0.03	0.00	0.00	13000.00
Tumori apparato genito-urinario (179-189)	6	7.15	83.89	30.78	182.58
Tumore del rene (189)	1	1.74	57.46	1.45	320.12
Tumore alla vescica (188)	2	2.48	80.79	9.78	291.85
Tumore della prostata (185)	3	2.69	111.33	22.96	325.36
Tumore testicolo (186)	0	0.10	0.00	0.00	3500.00
Tumore della mammella (174-175)	0	0.05	0.00	0.00	7400.00
Tumore connettivo (171)	0	0.27	0.00	0.00	1400.00
Melanoma (172)	0	0.83	0.00	0.00	445.26
Altri tumori della pelle (173)	0	0.15	0.00	0.00	2400.00
Tumore dell'encefalo (191)	3	1.70	175.96	36.29	514.23
Tumori del sistema endocrino (193-194)	0	0.28	0.00	0.00	1300.00
Tumori mal definiti e secondari (195-198)	0	0.33	0.00	0.00	1100.00
Tumori maligni di sede non specificata (199)	2	1.28	156.30	18.93	564.59
Tumori del sistema emolinfopoietico (200-208)	2	4.78	41.83	5.07	151.10
Linfosarcomi (200)	2	1.73	115.37	13.97	416.74
Linfoma di Hodgkin (201)	0	0.25	0.00	0.00	1400.00
Mielomi (203)	0	0.79	0.00	0.00	468.36
Leucemie (204-208)	0	2.01	0.00	0.00	183.96
Leucemie linfoidi (204)	0	0.53	0.00	0.00	692.23
Leucemie mieloidi (205)	0	1.04	0.00	0.00	354.95

¹ I tassi standardizzati indiretti o Rapporti Standardizzati di Mortalità (SMR) permettono di valutare se il numero di casi osservati nell'area è superiore, uguale o inferiore a quello atteso nello stesso periodo, in base all'incidenza di una popolazione presa come riferimento. Un valore di SMR pari a 100 indica che non c'è differenza tra il valore osservato e quello atteso; un valore inferiore a 100 indica una minore incidenza della patologia nell'area considerata e naturalmente uno superiore a 100 ne indica una maggiore. Gli intervalli di confidenza (o limiti di confidenza - I.C.) al 95% esprimono l'ambito di valori entro cui si colloca, con una probabilità del 95%, il vero valore del SIR. Qualora l'ambito degli intervalli di confidenza includa il valore 100, il corrispondente valore del SIR viene convenzionalmente considerato come "statisticamente non significativo": non è cioè possibile affermare con sufficiente sicurezza che i due valori, quello in esame e quello della popolazione di riferimento, siano realmente diversi; l'eccesso o il difetto di incidenza osservati potrebbero essere solo un effetto del caso (con una probabilità superiore al 5%).

SUMMARY

New exposures and health effects in forestry workers

In case of exposure to carcinogens, the employer need to drive different actions in compliance to the Legislative Decree 81/2008, Title IX of Chapter II "Protection from carcinogens and mutagens".

The operations of cutting and chipping wood in the forest had never been regarded, in the past, as possible source of exposure to carcinogens. However, thanks to a research project funded by the Tuscany Region, exposure to carcinogens has been proven. In particular, the research results showed an actual exposure to hardwood dust, PAHs and benzene in felling and processing operations performed with chainsaw, and an exposure limited to hardwood dusts in chipping wood operations. These results open up a new scenario with respect to the past: health and protection of workers must therefore be re-evaluated in the light of the research findings.

The aim of this specific part of the project is to evaluate the general mortality and mortality due to tumours of forestry workers of the Tuscan local government bodies for hill and mountain areas known as the "Comunità Montane".

This study on the health status of forest workers, especially carcinogenic risk, following methods of the "Retrospective cohort study" and the Review of cases in the Tuscan Register of Nasal and Paranasal Tumours to find any who were forestry workers. Cohort analysis of 1161 forestry workers showed a better general mortality than in the general population however, showed excess risk of certain tumour sites with respect to the general population that may be associated with exposure of the forestry workers.

BIBLIOGRAFIA

- Alwis K.U., 1998 – *Occupational exposure to wood dust*. PhD Thesis, Faculty of Medicine. New South Wales Australia: University of Sydney.
- Baris D., Silverman D.T., Brown L.M., Swanson G.M., Hayes R.B., Schwartz A.G., Liff J.M., Schoenberg J.B., Pottern L.M., Greenberg R.S., Stewart P.A., 2004 – *Occupation, pesticide exposure and risk of multiple myeloma*. *Scand J Work Environ Health*; 30: 215-222. <http://dx.doi.org/10.5271/sjweh.782>
- Blair A., Malker H., Cantor K.P., Burmeister L., Wiklund K., 1985 – *Cancer among farmers. A review*. *Scand J Work Environ Health*, 11 (6): 397-407.
- Blair A., Linos A., Stewart P., Burmeister L.F., Gibson R., Everett G. *et al.*, 1993 – *Evaluation of risks for non-Hodgkin's lymphoma by occupation and industry exposures from a case-control study*. *Am. J. Ind. Med.*, 23 (2): 301-312. <http://dx.doi.org/10.1002/ajim.4700230207>
- Cisak E., Wójcik-Fatla A., Zając V., Sroka J., Dutkiewicz J., 2012 – *Risk of Lyme disease at various sites and workplaces of forestry workers in eastern Poland*. *Ann Agric Environ Med.*, 19:465-8.
- Cocco P., Palli D., Buiatti E., Cipriani F., DeCarli A., Manca P., Ward M.H., Blot W.J., Fraumeni J.F. Jr., 1994 – *Occupational exposure as risk factors for gastric cancer in Italy*. *Cancer causes control*, 5: 241-248. <http://dx.doi.org/10.1007/BF01830243>
- D'Errico A., Pasian S, Baratti A., Zanelli R., Alfonso S., Gilardi L., Beatrice F., Bena A., Costa G., 2009 – *A case-control study on occupational risk factors for sino-nasal cancer*. *Occup Environ Med*; 66: 448-455. <http://dx.doi.org/10.1136/oem.2008.041277>
- Dockerty J.D., Marshall S, Fraser J., Pearce N., 1991 – *Stomach cancer in New Zealand: time trends, ethnic group difference and a cancer registry-based case-control study*. *Int. J. Epidemiol.*, 20: 45-53. <http://dx.doi.org/10.1093/ije/20.1.45>
- Elwood J.M., 1981 – *Can Med Assoc J. Wood exposure and smoking: association with cancer of the nasal cavity and paranasal sinuses in British Columbia*. *Can Med Assoc J.*, 124 (12):1573-7.
- Flodin U., Fredriksson M., Persson B., 1987 – *Multiple myeloma and engine exhausts, fresh wood, and creosote: a case-referent study*. *Am. J. Ind. Med.*, 12 (5): 519-529. <http://dx.doi.org/10.1002/ajim.4700120506>
- Foà V., Cirila P.A., Martinotti I., 2008 – *Esposizione a polveri di legno: la valutazione delle SCOEL (Scientific Committee on Occupational Exposure Limits)*. In "Polveri di legno: salute e sicurezza." Edizione CIMAL. ISBN 9788890212437, pp. 63-68.
- IARC 1995, 2012 IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to human., Lyon:IARC, Vol 100 C.
- IARC, 1995 – *IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to human*. Lyon:IARC, Vol. 62.
- Kauppinen T., Vincent R. Liukkonen T., Grzebyk M., Kauppinen A., Welling I. Anezis P., Black N., Bochmann F., Campelo F., Costa M., Elsigan G., Goerens R., Kikemenis A., Kromhout H., Miguel S., Mirabelli D., McEneaney R., Pesch B., Plato N., Schlünssen V., Schulze J., Sonntag R., Verougstraete V., De Vicente M.A., Wolf J., Zimmermann M., Husgafvel - Pursiainen K., Savolainen K., 2006 – *Occupational exposure to inhalable wood dust in the member states of the European Union*. *Ann. Occup. Hyg.*, 50 (6): 549-561. Epub. Mar. 29.
- Kawachi I., Pearce N., Fraser J.A., 1989 – *A New Zealand Cancer Registry-based study of cancer wood workers*. *Cancer*. Dec 15; 64 (12): 2609-2613.
- Laakkonen A., Kyyrönen P., Kauppinen T., et al. 2006 – *Occupational exposure to eight organic dusts and respiratory cancer among Finns*. *Occup. Environ Med.* <http://dx.doi.org/10.1136/oem.2005.025825>
- Lope V., Pérez-Gómez B., Aragonés N., López-Abente G., Gustavsson P., Plato N., Zock J.P., Pollán M., 2008 – *Occupation, exposure to chemicals, sensitising agents, and risk of multiple myeloma in Sweden*. *Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev.*, 17: 3123-3127. <http://dx.doi.org/10.1158/1055-9965.EPI-08-0343>
- Malinowska-Borowska J., Socholik V., Harazin B., 2012 – *The health condition of forest workers exposed to*

- noise and vibration produced by chain saws*. Med Pr., 63:19-29.
- Parent M.E., Siemiatycki J., Fritschi L., 1998 – *Occupational exposures and gastric cancer*. Epidemiology, 9 (1): 48-55.
<http://dx.doi.org/10.1097/00001648-199801000-00011>
- Pukkala E., Martinsen J.I., Lynge E., Kolbrun H., Gunnarsdottir H.K., Pär Sparén P., Tryggvadottir L., Weiderpass E., Kjaerheim K., 2009 – *Occupation and cancer follow up of 15 million people in five Nordic countries*. Acta Oncologica, 48 (5): 646-790.
<http://dx.doi.org/10.1080/02841860902913546>
- Puntaric D., Kos A., Smit Z., Zecia Z., Sega K., Beljo-Lucia R., et al., 2005 – *Wood dust exposure in wood industry and forestry*. Coll. Antropol., 29: 207-211.
- Reif J., Pearce N., Kawachi I., Fraser J., 1989 – *Soft-tissue sarcoma, non-Hodgkin's lymphoma and other cancers in New Zealand forestry workers*. Int. J. Cancer, 43 (1): 49-54. <http://dx.doi.org/10.1002/ijc.2910430112>
- Scancarello G., Giomarelli A., Ricci G., Banchi B., Sciarra G., 2008 – *Confronto tra due sistemi di campionamento delle polveri di legno, IOM e Button Sampler, nelle operazioni di taglio del bosco*. In: Aprea M.C., Carrieri M. et al. (Ed.ri.) Atti del 26° convegno AIDII, Siena, 25-27 giugno, pp. 677-681.
- Schmeisser N., Behrens T., Mester B., Gottlieb A., Langner I., Ahren W., 2011 – *Local cluster of germ cell cancer in a cohort of male automotive workers in Germany not explained by previous or concurrent activities and exposure in farming and forestry*. Cancer Epidemiology, 35 (1): 73-77.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.canep.2010.06.019>
- Vaughan T.L., Hutchinson F., 1989 – *Nasal cancer in wood-related industries*. J. Occup. Med., 31 (11): 939-41.
- Wiklund K., Lindefors B.M., Holm L.E., 1988 – *Risk of malignant lymphoma in Swedish agricultural and forestry workers*. Br. J. Ind. Med. Jan., 45 (1):19-24.

INFORTUNI NEI LAVORI FORESTALI: ANALISI E VALUTAZIONE SULLA BASE DELLA CASISTICA REGISTRATA NELLA PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO PER IL PERIODO 2004-2013

Andrea Laschi¹, Laura Vicentini², Roberta Riondato³, Francesco Neri⁴

¹GESAAF, Università degli Studi di Firenze, Firenze; andrea.laschi@unifi.it

²Servizio Foreste e Fauna, Provincia Autonoma di Trento, Trento

³Agenzia provinciale delle foreste demaniali - Ufficio Tecnico e Gestionale, Cavalese (TN)

⁴GESAAF, Università degli Studi di Firenze, Firenze

Gli infortuni sul lavoro in Italia e in Europa, sebbene tendenzialmente in diminuzione, sono numerosi e, malgrado la crescente attenzione, spesso caratterizzati da esiti gravi, anche mortali. Il lavoro in bosco è un'attività molto pericolosa, l'operaio forestale infatti è soggetto a una serie di rischi di diversa natura, come quelli legati alle attrezzature e ai mezzi per le diverse operazioni, e quelli legati all'ambiente di lavoro naturale. È necessario quindi che la ricerca continui nel suo percorso di analisi dei fattori critici e proponga soluzioni che migliorino le attuali condizioni. Per prevenire è quindi importante conoscere a fondo il lavoro forestale in tutte le sue componenti, ed è fondamentale archiviare, studiare e analizzare la casistica di infortunio per il settore specifico, in modo da poter individuare i principali fattori di rischio e proporre soluzioni che li riducano.

Lo studio analizza gli infortuni registrati per gli operai forestali dipendenti della Provincia Autonoma di Trento. A partire dai registri degli infortuni accaduti è stato possibile estrarre le informazioni descrittive utili nell'effettuare valutazioni generali e specifiche; è stato valutato l'andamento degli indici di frequenza e gravità nel periodo considerato, le fasi di lavoro e le attrezzature critiche, le parti del corpo più soggette a infortunio, l'agente materiale che ha causato l'evento. I risultati ottenuti sono utili ai responsabili della sicurezza in sede di valutazione dei rischi, ai formatori nella pianificazione dell'offerta formativa, ai costruttori di macchine e DPI nella progettazione dei loro prodotti, e all'operaio in quanto responsabile della propria salute e sicurezza.

Parole chiave: salute, sicurezza, ergonomia, infortuni, indice di gravità.

Keywords: health, safety, ergonomics, accidents, severity index.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-al-inf>

1. Introduzione

La salute e la sicurezza del lavoro sono tematiche ad oggi molto importanti, sulle quali l'opinione pubblica, e di conseguenza la politica, sono molto attente. Il diritto al lavoro è direttamente correlato al diritto alla salute, e garantire la salute del lavoratore è una delle priorità nell'agenda politica europea. Il fenomeno degli infortuni, e ancor più delle morti bianche - le morti sul lavoro - è argomento di estrema attualità e considerato come una delle piaghe sociali del mondo occidentale. L'incidenza di infortuni in campo agro-forestale è tra le più alte tra tutti i settori lavorativi, in particolare quando la manodopera è scarsamente o non formata (Albizu-Uriónabarrenetxea *et al.*, 2013). Le ragioni di questa elevata incidenza sono dovute a una serie di fattori, tra cui i fattori di rischio legati all'ambiente di lavoro naturale e l'utilizzo di attrezzature e mezzi ad elevata pericolosità. La conoscenza dei fattori di rischio, delle dinamiche di infortunio, degli strumenti e dei mezzi più pericolosi, è fondamentale per migliorare i servizi di prevenzione e lotta agli infortuni sul lavoro (Tsioras *et al.*, 2011). In Italia in campo forestale

l'incidenza di infortuni durante le operazioni selvicolturali è tale da collocarle tra le più pericolose tra tutti i comparti lavorativi.

I rischi connessi all'attività forestale sono di diverso tipo:

- Fattori di rischio ambientale: sono a loro volta suddivisibili in rischi biotici, relativi a microrganismi, insetti e animali direttamente pericolosi per l'uomo o veicoli di patologie; rischi legati alle caratteristiche del terreno, come la pendenza, l'accidentalità, gli ostacoli; rischi legati alle condizioni climatiche, temperature estreme, pioggia, neve, sole battente, fulmini.

- Rischi relativi all'attività lavorativa vera e propria, quindi relativi alle diverse fasi operative delle operazioni di taglio e connessi all'utilizzo di macchine e mezzi pericolosi (motosega, trattore, gru a cavo, verricello, accetta, mazza, zappino, ecc.).

I dati relativi agli infortuni forestali, in Italia, vengono raccolti da INAIL (Istituto Nazionale per l'Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro) che li rende disponibili come *open data* aggregati all'interno del settore agricoltura. Il monitoraggio del fenomeno infortunistico in campo forestale in Italia è molto difficile

in quanto le aziende che vi operano sono eterogenee per tipologia e dimensioni; in particolare molte aziende di piccole dimensioni fanno uso di manodopera irregolare cui non vengono garantite le tutele prescritte dalla legge, e una diretta conseguenza è la mancata comunicazione dell'infortunio a INAIL. Le piccole aziende inoltre non sempre si attengono a tutte le norme di sicurezza, ad esempio non formando i propri operatori e non fornendo tutti i necessari dispositivi di protezione individuali (DPI); la vigilanza e il controllo sono operazioni rese difficili dalla localizzazioni dei cantieri di lavoro, spesso situati in aree remote.

Diversamente in ambito pubblico l'applicazione delle norme sulla sicurezza è più attenta e si trovano esempi virtuosi dove la salute degli operatori è inserita tra le priorità gestionali. Anche in questi ambiti però il fenomeno infortunistico è presente con eventi anche gravi. È quindi importante che la ricerca prenda atto della situazione attuale, analizzando i fattori critici, e proponga nuove soluzioni, tecniche e procedurali, per ridurre ulteriormente i rischi e di conseguenza la consistenza della casistica.

Il mondo moderno non può prescindere dai servizi che il bosco fornisce alla Società, e di conseguenza non può prescindere dalla Selvicoltura. La selvicoltura moderna non può prescindere dagli operatori forestali, e non può prescindere dall'offrire a questi ultimi condizioni di sicurezza sul lavoro sempre migliori che minimizzino l'incidenza di infortunio durante le operazioni selvicolturali.

2. Obiettivo del lavoro

Nel contesto sopra descritto il presente lavoro vuole offrire una panoramica del fenomeno infortunistico nei lavori di utilizzazione forestale a basso grado di meccanizzazione, tipici del settore forestale italiano. In particolare si vuole caratterizzare il fenomeno infortunistico, in una realtà dove l'attenzione e il rispetto per la salute dei lavoratori sono ai massimi livelli europei, evidenziandone cause ed effetti, nell'ottica di miglioramento dei servizi di prevenzione e protezione dell'operatore forestale.

Il presente lavoro prende in esame una delle realtà forestali più conosciute e rinomate a livello italiano, la Provincia Autonoma di Trento. In particolare vengono analizzati dati relativi ai casi di infortunio occorsi alle maestranze forestali dipendenti di tutta la Provincia (distretti forestali e demanio provinciale).

3. Materiali e metodi

Sono stati raccolti i dati di tutti gli infortuni occorsi alle maestranze forestali della Provincia Autonoma di Trento per un periodo di dieci anni (2004-2013). Gli operatori dipendenti della Provincia sono tutti adeguatamente formati ed equipaggiati con i necessari DPI, come richiesto dalla normativa vigente (D. lgs. 81/2008). I dati sono relativi agli eventi registrati dal Servizio Foreste e poi trasmessi ad INAIL.

Ogni evento era registrato in documento digitale di testo; i dati estrapolati per ogni evento sono stati ripor-

tati su foglio di calcolo. Per rispettare la normativa sulla privacy i dati sensibili sono stati inseriti con codici univoci non riconducibili alle persone coinvolte. Per ogni evento sono state archiviate le informazioni relative a: data di accadimento, giorno della settimana, ora, età dell'operatore, descrizione testuale dell'evento, forma dell'infortunio e natura della lesione secondo la codifica INAIL (ISPESL s.d.), tipologia di infortunio, agente materiale causa dell'infortunio stesso, operazione svolta, sede della lesione, giorni di prognosi.

Le informazioni così organizzate sono state elaborate per approfondire aspetti diversi legati alla dinamica di accadimento e le conseguenze degli infortuni in campo forestale. In particolare sono stati calcolati:

- Indice di frequenza di inabilità temporanea e indice di gravità nei dieci anni esaminati.

Questi due indici sono stati calcolati secondo le indicazioni descritte nella normativa UNI 7249; l'indice di frequenza si ottiene dal rapporto tra il numero degli infortuni e le ore totali lavorate moltiplicato per 10^6 , l'indice di gravità si ottiene dal rapporto tra il numero di giorni di prognosi e il totale delle ore lavorate moltiplicato per 10^3 . Per il calcolo dell'indice di gravità, in caso di inabilità permanente si considerano 75 giorni di prognosi per ogni grado, in caso di decesso 7500 giorni di prognosi. Dato il limitato numero di casi analizzati, rispetto alle grandi moli di dati aggregati su cui questi indici vengono normalmente calcolati, anche l'indice di gravità, come quello di frequenza, è stato calcolato in questo studio limitatamente ai casi di infortunio con inabilità temporanea.

- Distribuzione del numero di eventi in categorie distinte in relazione al tipo di operazione svolta al momento dell'infortunio. Le categorie individuate sono state: "abbattimento/allestimento", "manutenzione strade forestali", "spostamento a piedi in bosco", "concentramento/esbosco", "movimentazione manuale materiali", "altro" e "in itinere"; "in itinere" sono gli infortuni accaduti nel viaggio verso il, o di ritorno dal, luogo di lavoro.

- Distribuzione del numero di infortuni in categorie distinte in relazione all'agente materiale causa dell'infortunio stesso. Le categorie individuate sono state: "terreno", "sasso, masso", "tronco, ceppaia, albero", "ramo, cimale", "scheggia, frammento di pianta", "motosega", "attrezzatura manuale", "agenti biologici", "macchinari e mezzi", "altro".

- Distribuzione del numero di incidenti in categorie distinte in relazione al tipo di infortunio occorso all'operatore (ISPESL s.d.).

- Distribuzione del numero di infortuni in categorie distinte in relazione alla gravità dell'infortunio. Per questa elaborazione sono stati presi in considerazione i giorni di prognosi totali prescritti all'infortunato; maggiore è il numero di giorni di prognosi maggiore è la gravità dell'infortunio.

Sono state stabilite 5 classi di gravità: "Bassa" fino a 7 giorni, "Media" da 8 a 30 giorni, "Alta" da 31 a 100 giorni, "Molto Alta" oltre i 100 giorni e infine la categoria "Morte" per i decessi avvenuti sul luogo di lavoro.

- Distribuzione del numero di infortuni in categorie distinte in relazione al giorno della settimana in cui è avvenuto l'infortunio.

- Valutazione della recidività: tra gli operatori infortunati è stato contato il numero di incidenti in cui sono stati coinvolti nel periodo esaminato.

4. Risultati

Nel periodo 2004-2013 sono stati registrati 175 infortuni tra gli operai forestali dipendenti della Provincia Autonoma di Trento, di cui 174 hanno portato a inabilità temporanea e uno ha portato al decesso dell'operatore; non vi sono stati infortuni che hanno portato a inabilità permanente. Nello stesso periodo il numero medio di dipendenti è stato di 231 unità.

L'indice di frequenza di inabilità temporanea ha avuto un andamento altalenante nel periodo esaminato (Fig. 1), non delinea tendenze significative di diminuzione o aumento nel corso degli anni, e ha raggiunto valore minimo nel 2006 e massimo nel 2013; la media del periodo è di 64,5 punti, contro i 51,9 rilevati da INAIL per tutto il comparto agricoltura (INAIL - Consulenza Statistico Attuariale 2007). Anche l'indice di gravità non mostra andamenti significativi nel periodo considerato (Fig. 2), con il valore minimo raggiunto nel 2012 e il massimo nel 2009, anno in cui è stato registrato anche un caso di decesso.

Per quanto riguarda il tipo di operazione (Fig. 3) svolta al momento dell'infortunio la più pericolosa è risultata la fase di abbattimento/allestimento, durante la quale sono accaduti più di un terzo degli eventi infortunistici. Circa un decimo degli incidenti si sono verificati nelle operazioni di manutenzione strada, come anche durante la movimentazione del materiale e lo spostamento a piedi in bosco.

Riguardo l'agente materiale (Fig. 4) che ha causato l'infortunio vi è una variabilità molto ampia, il terreno è il fattore con una frequenza relativa maggiore (18% degli infortuni), rami grossi e cimali, come anche le attrezzature manuali tipo roncola e accetta causano il 16% degli infortuni. La motosega è la causa del 7% del totale degli incidenti.

Per quanto riguarda la tipologia (Fig. 5) la "contusione" è l'infortunio più frequente, col 32% dei casi, seguito da "ferita" (27%) e da "frattura" (14%). Vi è una significativa presenza di infortuni legati ad agenti infettivi e parassiti (6%) e a lesioni da sforzo (10%). Riguardo la gravità dell'infortunio (Fig. 6) la metà degli eventi si colloca nella fascia "Media" e poco meno di un terzo nella fascia "Bassa"; il quinto restante del totale degli infortuni è a gravità "Alta", con una percentuale bassa, ma presente, di eventi ricadenti nella categoria "Molto Alta" e "Morte".

L'analisi di recidività ha evidenziato che i 175 infortuni sono accaduti a 121 dei 231 operai totali. Dei 121 infortunati il 68% hanno avuto un unico incidente in 10 anni, il 23% due incidenti, il 7% tre incidenti e vi sono stati casi singoli in cui uno stesso operatore si è infortunato cinque volte e un altro sette volte nel periodo considerato.

La distribuzione degli infortuni in relazione al giorno della settimana nel quale sono avvenuti non ha portato a differenze statisticamente significative ma ha mostrato tendenze interessanti; il lunedì è risultato il

giorno con il massimo numero di infortuni mentre il mercoledì il giorno con il numero minore.

5. Discussione e conclusioni

Dai risultati riportati emerge come le dinamiche di infortunio in campo forestale, nella realtà esaminata, sono varie e legate a fattori e elementi diversi.

Dall'analisi è emerso come il terreno sia un fattore di rischio molto importante che purtroppo, essendo legato alle caratteristiche naturali dell'ambiente di lavoro, risulta di difficile gestione nell'ambito della prevenzione.

È interessante notare come la motosega, strumento che nell'immaginario collettivo è il più pericoloso nell'attività forestale, ha un impatto in termini di numero di infortuni piuttosto limitato, meno della metà rispetto alle attrezzature manuali non a motore. L'analisi relativa alla gravità degli eventi analizzati ha evidenziato come il lavoro in bosco sia pericoloso e come l'incidente abbia spesso conseguenze gravi e molto gravi.

L'operaio forestale svolge un'ampia gamma di lavori durante la sua attività; l'abbattimento/allestimento del legname ha un impatto importante nel conteggio degli infortuni ma vi sono molte altre operazioni durante le quali si verificano incidenti. I dati riportati in Fig. 3 mostrano che la categoria "Altro", comprendente le operazioni più diverse non riconducibili alle altre categorie, copre quasi un terzo della casistica totale, a dimostrazione dell'elevata variabilità di situazioni cui l'operatore va incontro durante il lavoro quotidiano. Questa variabilità complica e aumenta il lavoro di prevenzione e di valutazione dei rischi.

Elemento importante emerso dal presente lavoro è quello che, oltre alla ampia gamma di rischi e dinamiche del lavoro forestale, vi è un effetto importante legato alle caratteristiche soggettive degli operatori. Questo aspetto viene ben evidenziato dall'analisi di recidività: avere operai - adeguatamente formati - che si infortunano tre, cinque, sette volte nell'arco di dieci anni e averne altri che non si infortunano, evidenzia come le caratteristiche dei singoli influenzino la percezione del rischio e la prevenzione degli incidenti. Questo evidenzia anche la necessità di valutare la definizione di percorsi formativi specifici per gli addetti che presentano una elevata frequenza di accadimento di infortuni, anche a seguito di una analisi soggettiva degli eventi occorsi.

In conclusione è necessario che il fenomeno infortunistico venga ridotto, in termini di frequenza e di gravità; per ottenere ciò nel settore forestale è necessario studiare a fondo e nel dettaglio le dinamiche di rischio legate alle singole operazioni, in modo da migliorare le procedure, le attrezzature e i processi formativi delle maestranze.

I dati ad oggi disponibili, spesso aggregati a quelli agricoli, non permettono di comprendere la vera natura del fenomeno infortunistico e non forniscono le sufficienti informazioni utili a studiare soluzioni. Lavori a scala locale, come il presente studio, possono fornire quelle informazioni di dettaglio utili per la realtà in esame ma anche a scala più ampia per analisi

settoriali. È quindi auspicabile che in futuro si abbiano studi simili, possibilmente standardizzati, per realtà diverse da quella trentina, che riuniti creino un'im-

portante base di dati, esclusiva per le utilizzazioni forestali, che sia effettivamente ed efficacemente di supporto nella gestione del fenomeno infortunistico.

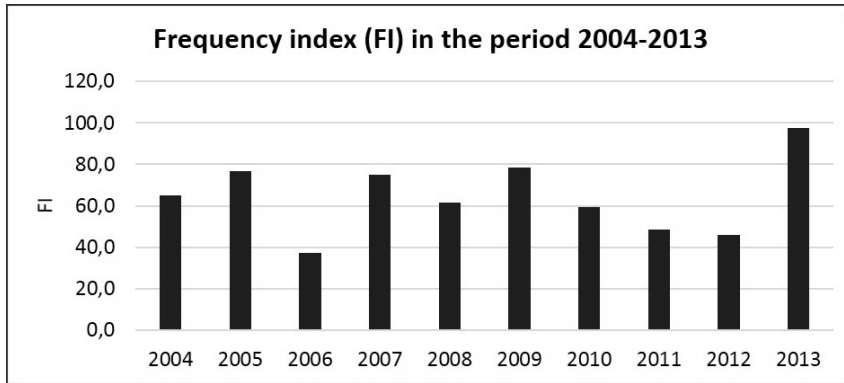


Figura 1. Indice di frequenza.
 Figure 1. Frequency index.

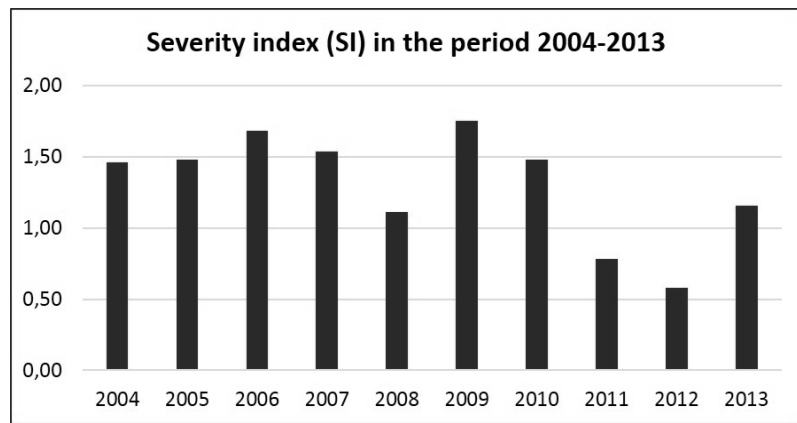


Figura 2. Indice di gravità.
 Figure 2. Severity index.

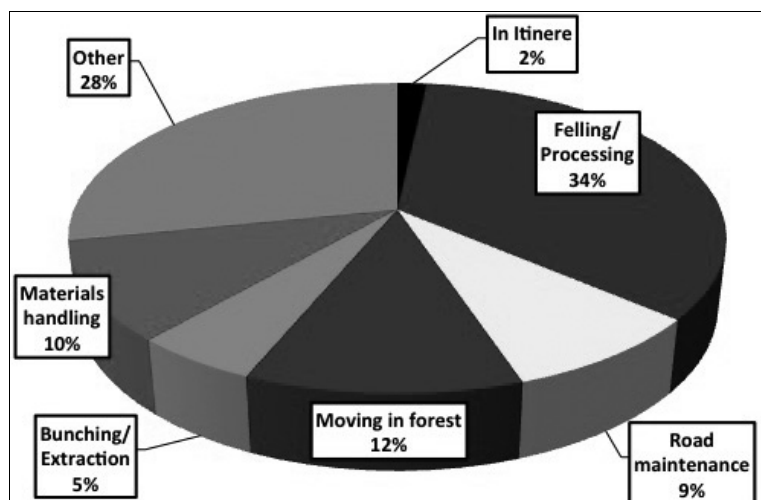


Figura 3. Distribuzione del numero di incidenti in relazione al tipo di operazione svolta dall'operatore.

Figure 3. Distribution of the events in relation to the operation done at the time of the accident.

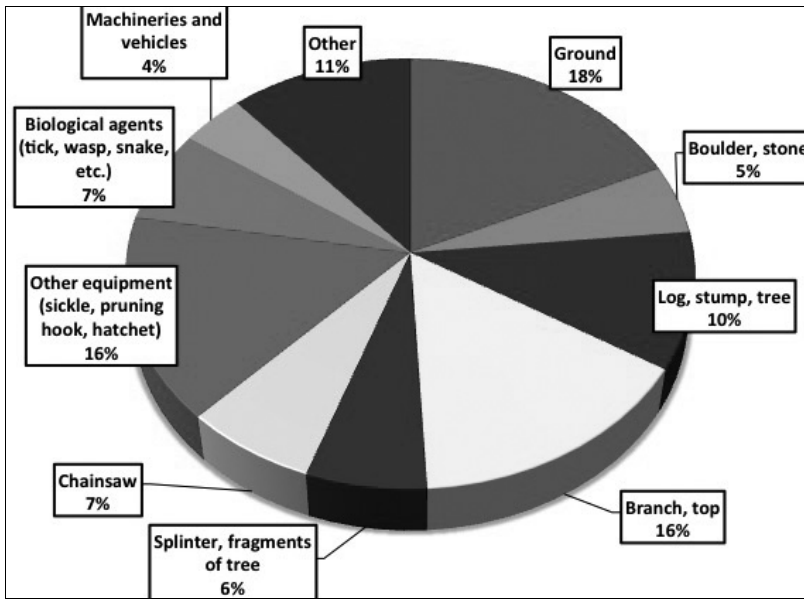


Figura 4. Distribuzione del numero di incidenti in relazione all'agente materiale causa dell'infortunio.
 Figure 4. Distribution of the events in relation to the agent that caused the injury.

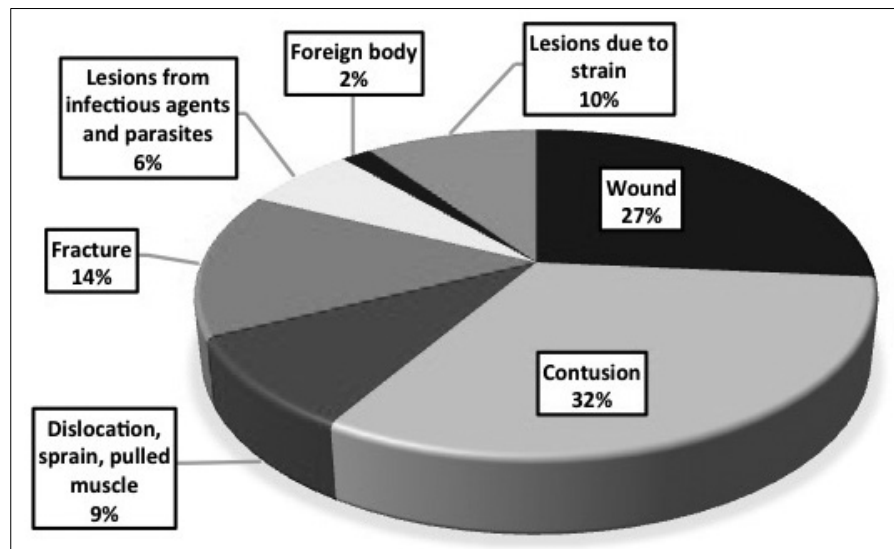


Figura 5. Distribuzione degli eventi in relazione al tipo di infortunio verificatosi.
 Figure 5. Distribution of the events in relation to the type of injury occurred to the operator.

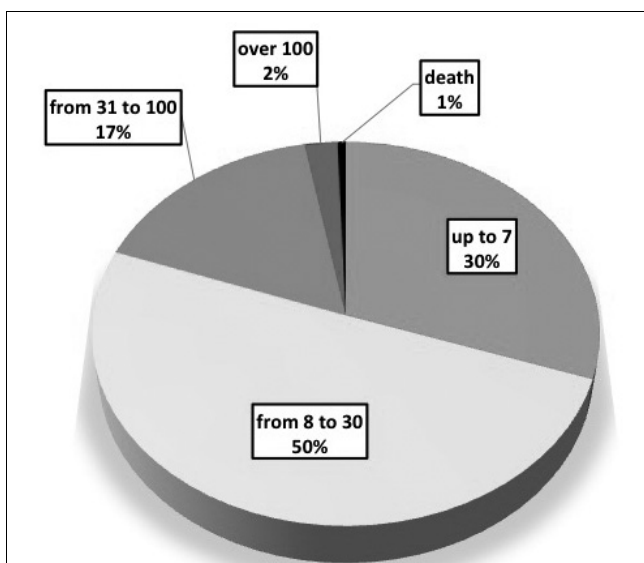


Figura 6. Distribuzione degli eventi in relazione alla gravità dell'infortunio (n giorni di prognosi).
 Figure 6. Distribution of the events in relation to injury severity (n days of prognosis).

SUMMARY

Forest operation accidents: analysis and assessment based on the events occurred to Trento Province's workers in the period 2004-2013

Both in Italy and Europe a huge amount of injuries at work are recorded each year. These events include serious injuries and also fatalities. Forest operations are recognized as a dangerous work. In silvicultural activities, workers usually use several high-risk tools for wood extraction. Moreover, forest is a natural workplace that presents specific hazards that are hard to remove. Hence, it is very important to analyse the critical factors and to study new solutions to manage the risk of injuries through research activities.

This study analyses the whole dataset of accidents in forest operations of the Province of Trento. Trento is one of the most important Italian areas for forestry, both for volumes of wood processed and for forestry tradition. Starting from the accident data collection forms, specific information were extracted and analysed. Type of accident, main factor that caused the event, days of prognosis, eventual permanent inability, site of the injury and potential liability of the operator, are some examples of the obtained information. The frequency index, the severity index, the type of accident in relation to the specific operation performed, the machines used during the accident, the body parts

much more subject to injury, and the environmental conditions were the most important results.

Specific results for the forest operations were obtained and may represent an important tool to improve the safety standards in the risk assessment procedures, in training programs and in the production of new machines and personal protection equipment.

BIBLIOGRAFIA

Albizu-Uriónabarrenetxea P.M., Tolosana-Esteban E., Roman-Jordan E., 2013 – *Safety and health in forest harvesting operations. Diagnosis and preventive actions. A review*. Forest Systems, pp. 392-400.

Gazzetta Ufficiale, 2008 – *D. lgs. 81/2008*. 9 Aprile 2008.

INAIL – Consulenza Statistico Attuariale, 2007 – *Il fenomeno infortunistico nelle statistiche INAIL*. Ministero della Salute. 21 Giugno 2007.

http://www.salute.gov.it/imgs/C_17_EventiStampa_1_1_intervisteRelatori_itemInterviste_1_fileAllegatoIntervista.pdf.

ISPESL – *Classificazioni*. s.d. <http://www.ispesl.it/infmp/class.asp>.

Tsioras P.A., Rottensteiner C., Stampfer K., 2011 – *Analysis of accidents during cable yarding operations in Austria 1998-2008*. Croatian Journal of Forest Engineering, pp. 549-560.

I “MARTELLOSCOPI” IN ALTO ADIGE: 10 ANNI D’ESPERIENZA PRATICA ED EVOLUZIONE FUTURA

Fabio Maistrelli¹

¹Provincia Autonoma di Bolzano, Servizio Foreste, Ufficio pianificazione forestale Bolzano;
fabio.maistrelli@provincia.bz.it

I “martelloscopi” intesi come aree boschive in cui i tecnici forestali effettuano martellate virtuali, nascono nella fase finale del progetto “Tipologie forestali dell’Alto Adige”. Gli scopi sono i seguenti: dimostrazioni pratiche d’interventi selvicolturali, osservazioni di medio - lungo periodo degli effetti prodotti dagli interventi selvicolturali, comparazione tra interventi diversi, verifica dell’efficacia degli interventi (affermazione della rinnovazione, eventuali fenomeni di deperimento, equilibri correlati ai fenomeni di concorrenza, evoluzione della struttura verticale ed orizzontale), base decisionale per la determinazione delle finalità delle cure colturali e delle utilizzazioni, valutazione economica degli interventi (costi/benefici), ma soprattutto per scopi didattici interni al personale forestale della provincia. Non ultimi poi vengono gli scopi scientifici (raccolta di dati per l’elaborazione di modelli in grado di descrivere la dinamica dei popolamenti forestali).

Per ora sono state completate 18 aree sia per gli interventi selvicolturali a maturità che per i diradamenti ed altri interventi colturali. Su di un’area è stato eseguito anche un taglio, come anche su di un paio di aree di diradamento sono stati portati a termine degli interventi diversi fra loro.

Si è deciso inoltre di monitorare, annualmente, gli interventi d’utilizzazione di una certa sostanza effettuati in Alto Adige specialmente in popolamenti a funzione protettiva, scegliendone alcuni e esaminandoli in bosco fra tecnici locali con anche l’aiuto di esperti internazionali.

Parole chiave: martelloscopi, monitoraggio, didattica forestale pratica, dinamica dei popolamenti, interventi selvicolturali.

Keywords: Virtual tree marking areas, forest monitoring system, practical forest training, forest dynamic, harvesting and thinning.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-fm-mar>

1. Introduzione

L’Alto Adige - Südtirol è coperto per il 50% da foreste (372.174 ha di cui il 45% sono classificati come bosco mentre un 5% ricade nella categoria delle altre terre boscate) (Gasparini *et al.*, 2011). Il bosco oltre che forgiare l’ambiente tipico alpino sudtirolese, ben conosciuto dal mondo turistico specialmente per quel che riguarda la zona dolomitica, e contribuire quindi in modo sostanziale al movimento turistico (6 milioni di arrivi nel 2013 di cui più della metà esteri) (Istituto provinciale di statistica, 2014) contribuisce in modo sostanziale alla produzione di legname di resinose in Italia. La media degli ultimi tre anni di produzione legnosa è stata pari a 776.347 m³ cormometrici lordi di cui il 60% legname da opera. Pur prelevando solo meno della metà dell’incremento corrente annuale (1.856.437 m³ha⁻¹anno⁻¹) si tratta in ogni modo di un consistente prelievo in bosco, espletato quasi al 100% da parte del Corpo forestale Provinciale tramite una media di 7.000~8.000 martellate all’anno. La materia prima legno viene poi per circa un 70% esportata al di fuori dell’Alto Adige, ma il restante 30% è lavorato in loco, dando vita così ad un settore economico legno forte di ca. 2.200 imprese (tra prima e seconda lavorazione) e

circa 10.000 posti di lavoro: ca. 25.000 persone vivono in Alto Adige sugli introiti della filiera foresta-legno. Compresi in queste cifre vi son ben 3.500 addetti nel settore “nuovo” e in crescita dell’energia rinnovabile prodotta dalla biomassa legnosa (green jobs).

Con un’economia forestale per fortuna ancora “viva” e con richieste di massa legnosa in aumento, il Servizio Foreste ha cercato nell’ultimo decennio di investire sulla qualità degli interventi selvicolturali per una gestione sempre migliore dei nostri popolamenti forestali. Il problema non è tanto legato alla quantità dei prelievi che è più che sostenibile anche nel lungo periodo, ma alla qualità dei prelievi in bosco.

Completato il progetto “Tipologie Forestale dell’Alto Adige” che dopo aver cercato, indagato, mappato e descritto per più di un lustro tutti i possibili tipi forestali dell’Alto Adige raccogliendo anche le notizie storiche sui trattamenti passati applicati ai boschi compresi i saperi e usi locali, ci si è reso conto che questa mole di lavoro non doveva solo sfociare in una pubblicazione scientifica, ma doveva avere dei risvolti applicativi pratici. Doveva diventare uno strumento quotidiano di lavoro dell’operatore che lavora in bosco: dal semplice forestale, fino al lau-

reato e dalle cure colturali fino all'utilizzazione finale. Si è pensato quindi di individuare per i tipi forestali più rappresentativi, come anche per i principali popolamenti di latifoglie (molto rari in Alto Adige) una serie di martelloscopi.

2. I martelloscopi

I martelloscopi sono aree boschive in cui i tecnici forestali effettuano martellate virtuali, indicate in un primo momento, anche un po' erroneamente, come aree di monitoraggio (traduzione dal tedesco di "*Weiserfläche*"). Hanno varie finalità ovvero: dimostrazioni pratiche d'interventi selvicolturali, comparazione tra interventi diversi, osservazioni di lungo periodo degli effetti prodotti dagli interventi selvicolturali, verifica dell'efficacia degli interventi, monitoraggio della rinnovazione in termini di risposta ad interventi diversificati, cause dei fenomeni di deperimento, evoluzione degli equilibri correlati ai fenomeni di concorrenza, base decisionale per la determinazione delle finalità delle cure colturali e delle utilizzazioni, evoluzione del valore del popolamento forestale in relazione al rapporto costi-benefici degli interventi, base per una stima corretta dei valori dendrometrici, ma soprattutto hanno una notevole importanza per scopi didattici per i nuovi forestali e di formazione continua in bosco del personale (dal semplice forestale fino al laureato). Non ultimi poi vengono gli scopi scientifici (raccolta di dati per l'elaborazione di modelli in grado di descrivere la dinamica dei popolamenti forestali). Raggiunto un certo numero di aree, si procede all'effettuazione di un tipo d'intervento selvicolturale con il fine di monitorare quanto elencato sopra.

2.1 Aree completate

In tabella 1 sono illustrate le aree per ora realizzate. Il programma proseguirà, anche se un po' più a rilento di quanto previsto. Come si può evincere dalla tabella si è dato più peso alle aree con latifoglie, pur raggiungendo i boschi di latifoglie in Provincia di Bolzano solo il 5% della superficie totale boschiva non più di un 2~3% in massa totale. Ciò per motivi prettamente formativi, essendo il personale in servizio più specializzato nella gestione dei boschi di conifere che non quelli di latifoglie.

2.2 Caratteristiche dei martelloscopi

Le caratteristiche standard delle aree sono le seguenti: superficie di 1 ha (con qualche eccezione per motivi orografici), facile raggiungibilità, buona rappresentatività del popolamento, osservazioni nel lungo periodo, tramite raccolta tutte le informazioni storiche sugli interventi pregressi e sugli interventi selvicolturali futuri (se previsti). La marcatura della superficie (Fig. 1) avviene agli angoli delle stesse e alla metà di ogni d'ogni lato esterno, tramite apposizione picchetti duraturi (posizione con GPS corretto differenzialmente); degli alberi sono misurate le coordinate polari (dai diversi picchetti di coordinate note) che sono contrassegnati con una targhetta con nu-

mero progressivo, mentre la rinnovazione naturale viene rilevata su areole interne.

I parametri rilevati sono molteplici: specie legnosa, coordinate polari degli alberi, diametro ad 1,30 m di altezza, altezza dendrometrica e dell'inserzione della chioma (per almeno 20~30 alberi e per le classi diametriche più grosse), e inoltre una serie di parametri definiti dalla IUFRO (Piussi, 2004). Questo tipo di classificazione internazionale in uso inquadra la posizione sociale dell'albero all'interno del popolamento (classe d'altezza, vigoria, tendenza evolutiva) e tiene anche conto di alcuni parametri selvicolturali e tecnologici (classi di valore colturale, qualità, bontà del fusto, classi di chioma). Per la rinnovazione naturale nelle 25 areole nell'ambito dell'ettaro (Fig. 1) su due plot concentrici di 1 m e 3 m di diametro, sono rilevati le specie presenti, la coppia di valori altezza e diametro, se la pianticella è viva o morta e nel primo caso, anche la vitalità, i danni eventualmente presenti e l'influenza della flora nemorale. Non di secondaria importanza è l'indagine storica sugli interventi passati, come sui fattori di disturbo pregressi (schianti, pascolo in bosco ecc.). Il tutto viene anche immesso in un simulatore su di un computer portatile.

2.3 Documentazione

Per ogni area sono documentati i criteri usati durante il rilievo che si basano su un manuale elaborato dall'Istituto di Selvicoltura dell'Università di Vienna BOKU (Provincia Autonoma di Bolzano, 2006), le eventuali variazioni apportate, l'analisi storica e sono approntate anche tabelle in cui registrare tutti gli eventi naturali che influenzano la vita del popolamento, come anche tutte le martellate virtuali effettuate nel martelloscopio stesso. È presente anche una copiosa documentazione fotografica per ogni area.

2.4 Martellate virtuali

Nella prima area a Colle Isarco, come in quella del Latemar sono state svolte ca. una dozzina di martellate virtuali (si tratta di corsi di formazione interna) in cui sono segnati sul protocollo di martellata il numero degli alberi utilizzati (quelli letti sulla placchetta alla base dell'albero).

Dopo aver immesso questi dati nel simulatore (Fig. 2), sul computer portatile (operazione effettuata in bosco), si discute fra i vari gruppi che hanno eseguito la martellata sugli esiti della stessa, con modalità simile delle martellate effettuate durante gli incontri di Pro Silva.

3. Altre tipologie di aree

Nel 2009 si è pensato di predisporre nella foresta del Latemar altre 6 aree, più piccole (ca. 1000 m²) e disposte a coppie (di uguali caratteristiche stazionali all'interno della coppia, vedi Fig. 3), sia nell'orizzonte altomontano che in quello subalpino, in cui simulare, ma anche eseguire almeno su alcune, varie forme di diradamento differenti all'interno della coppia (Pichler, 2009; Eisenstecken, 2013). Una settima area, senza interventi, serve da testimone.

I lavori seguiti sempre come gli altri dall'Ufficio Pianificazione Forestale della Ripartizione Foreste, sono stati svolti nell'ambito di una tesi di master di una studentessa altoatesina presso la suddetta BOKU. Nel 2010, sempre nell'ambito di un'altra tesi di laurea, sono state realizzate 8 aree di superficie variabile nei popolamenti di latifoglie (Caldaro, Egna e Salorno). Fra queste otto ve ne sono 2 piccole (ca. 300 m²), in cui sono monitorati i processi di sviluppo della rinnovazione in atto.

4. Monitoraggio degli interventi selvicolturali

Dal 2011-12 in poi l'Ufficio Pianificazione Forestale ha deciso di selezionare fra tutte le martellate nell'anno precedente o anche dell'anno in corso eseguite nei vari Ispettorati Forestali in cui è suddiviso il territorio altoatesino, alcune particolarmente significative e di eseguire un monitoraggio delle stesse. Sono scelti quasi esclusivamente interventi di un certo spessore, eseguiti in popolamenti in cui prevale la funzione protettiva e dove l'utilizzazione è stata compiuta con gru a cavo. Si eseguono preliminarmente alcuni rilievi speditivi dendrometrici pre e post taglio in un'area attorno alla superficie interessata dall'intervento e, assieme ai dati desunti dal piedilista di martellata, si va in bosco e nell'area interessata ci si confronta fra i tecnici forestali dell'ufficio, i tecnici di zona ed anche il personale (guardie forestali) della stazione forestale e di quelle limitrofe; generalmente sono invitati anche professori o ricercatori di selvicoltura e/o tecnici qualificati dei paesi limitrofi all'Alto Adige (Svizzera e Austria). Non si tratta di un controllo amministrativo, bensì di una giornata di scambio d'idee grazie a discussioni franche e schiette, senza la volontà di alcuna critica negativa. Si discute in foresta anche intensamente sulle modalità di taglio e di utilizzazione in un'ottica però di tipo "win-win" o "both win" che dir si voglia.

5. Conclusioni

In quest'ultimo decennio, che ha visto la nascita e la realizzazione definitiva delle "Tipologie Forestale dell'Alto Adige", il Servizio Foreste della Provincia Autonoma di Bolzano tramite l'Ufficio Pianificazione Forestale, ha cercato e cerca tuttora di migliorare la gestione selvicolturale dei boschi della provincia. Quest'ultima avviene, quasi al 100%, tramite assegni condotti dal Corpo Forestale Provinciale, sia nei boschi pubblici (30%) che nei restanti boschi privati con i suoi tecnici laureati, ma spesso anche con il personale locale non laureato.

Si tratta di una gestione del bosco che prosegue altresì una tradizione plurisecolare di gestione forestale in Alto Adige che ci ha consegnato l'attuale patrimonio boschivo in buono stato. È un'attività selvicolturale che pur partendo da solide basi scientifiche e dalla costante osservazione degli ecosistemi forestali, si pratica concretamente in bosco, non si limita a disquisizioni teoriche, ma che abbisogna di continui cambiamenti e miglioramenti in un'ottica di "learning in progress" alla quale giustamente si deve adeguare un moderno servizio forestale pubblico. Sentiamo, infatti, una forte responsabilità sia verso i cittadini di questa terra, come anche verso gli ospiti che come turisti la frequentano. La forza con la quale alcuni gruppi manifestano il loro interesse verso le foreste diventa anche in Alto Adige, alla pari di quanto avviene al nord delle alpi, sempre più forte. Sia si tratti di organizzazioni naturalistiche, che interessati al mero prelievo e commercializzazione della materia prima legno o di semplici fruitori del tempo libero, molti di questi hanno eletto il bosco quasi a loro unico possedimento.

Per questo è sempre più importante conciliare gli interessi settoriali con quelli della durevolezza dell'ecosistema forestale, sempre senza dimenticare il proprietario del bosco stesso con i suoi legittimi diritti.

Tabella 1. Aree realizzate.
 Table 1. Areas realized.

<i>Località</i>	<i>Nr.</i>	<i>Tipo area</i>	<i>Tipologia boschiva</i>
Colle Isarco	1	Utilizzazione finale	Pecceta altomontana dei suoli basici a <i>Melica nutans</i> con <i>Clematis alpina</i>
Latemar	1	Utilizzazione finale	Piceo-abieteto a megaforbie con <i>Petasites albus</i>
Latemar	7	Diradamento	Piceo-abieteto carbonatico con <i>Carex flacca</i> (4) e Pecceta subalpina carbonatica con <i>Adenostyles glabra</i> (3)
Salorno	3	Tagli intercalari	Faggeta silicatica ad abete rosso e pino silvestre con <i>Genista germanica</i> (2), faggeta dei suoli basici illirici-sudalpini (1)
Egna	1	Utilizzazione finale	Faggeta carbonatica submontana (a carpino nero)
Caldaro Castelvarco	1	Utilizzazione finale	Querceto di rovere silicatico a castagno e <i>Luzula luzoloides</i>
Caldaro Castelvecchio	2	Diradamento	Faggeta dei suoli basici illirici-sudalpini
Caldaro Castelvecchio	2	In rinnovazione	Faggeta dei suoli basici illirici-sudalpini

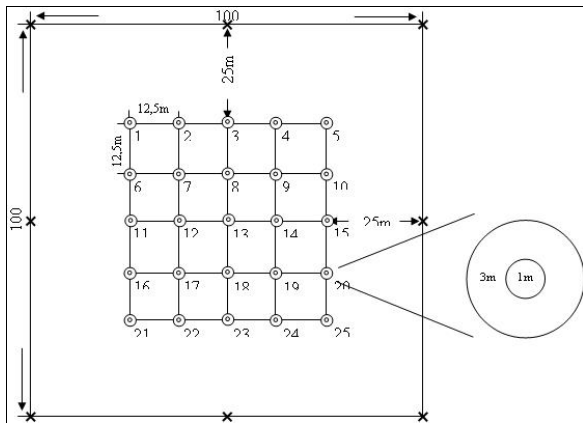


Figura 1. Schema del plot di un “martelloscopio”.
 Figure 1. Pattern of the “martelloscopio”.

Figura 2. Martelloscopio al simulatore;
 Foresta del Latemar.
 Figure 2. Simulator of the martelloscopio;
 Latemar Forest.

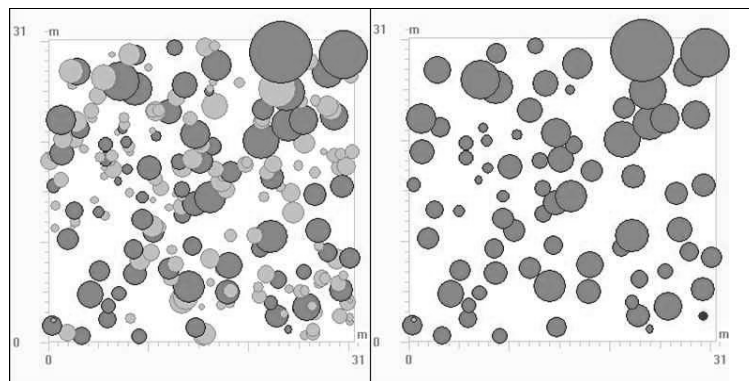
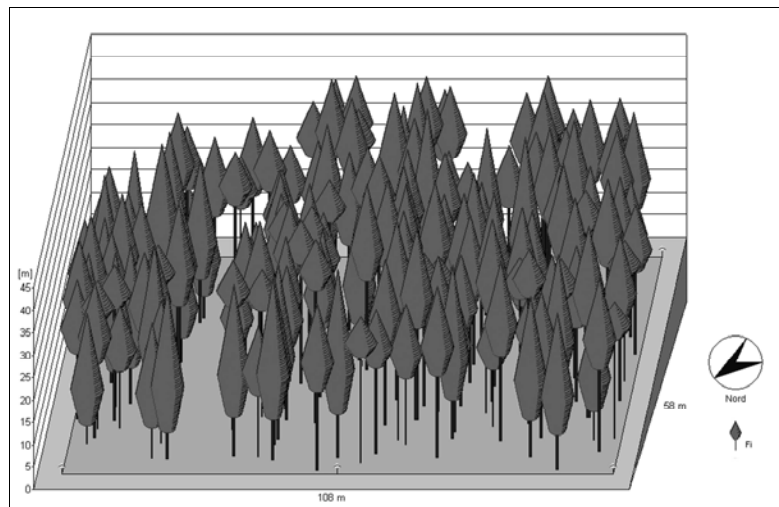


Figura 3. Numero alberi prima e dopo il diradamento: area diradamento n. 1; Foresta del Latemar.
 Figure 3. Number of trees before and after thinning: Thinning area nr. 1; Latemar Forest.

SUMMARY

Virtual tree marking areas in South Tyrol: 10 years experiences and future development

The so called “martelloscopio” is a forest training area where forest technicians may practice a virtual tree marking. The idea of implementation of these monitoring plots started in the final phase of the project “Natural Forest Types in South Tyrol. The main purposes of these monitoring plots have been the following: different appliances of the silvicultural tech-

niques; observation and comparison of medium and long term impact of these diverse techniques; analysis of the effectiveness of the intervention (conservation of the regeneration, possible phenomenon of tree-/forest weakness, the development of the vertical and horizontal forest structure); decisional base for different forest maintenance and felling options; economical evaluation of the silvicultural technique (cost/benefit-ratio).

Even more important are the monitoring areas for educational purposes of foresters and forest technicians within the Forst corps and for scientific matters

(sampling data to establish forest dynamic growth models). Up to now 18 monitoring plots have been set up, 4 plots in adult and mature forests to analyse the impact of different harvest techniques on growth and development of the regeneration and 14 plots are designed for thinning practices and their impact on the residual population. In some plots the planned forest intervention has been realised already, so for harvest felling and thinning programs.

The project wants to be continued in the next future even with a reduced financial program. Therefore some harvested area particularly in protective forests, are annually monitored.

BIBLIOGRAFIA

Istituto provinciale di statistica - ASTAT, 2014 – *Alto Adige in cifre – 2014*. Provincia Autonoma di Bolzano, Bolzano.

Gasparini P., Tabacchi G., (a cura di) 2011 – *L'Inventario Nazionale delle foreste e dei Serbatoi di Carbonio. INFC 2005*. MiPAAF, Corpo Forestale dello Stato: CRA_MPF – Ispettorato Generale, CRA-MPF, Milano.

Piussi P., 1994 – *Selvicoltura generale*. UTET, Torino.
Provincia Autonoma di Bolzano, 2006 – *Weiserflächenhandbuch zur Waldtypisierung Südtirol*. Provincia Autonoma di Bolzano, Bolzano.

Pichler A., 2009 – *Modifizierte Auszüge aus der Masterarbeit: Didaktische Aufbereitung von Durchforstungs eingriffen auf den Weiserflächen der Forstschule Latemar unter Anwendung des Waldwachstumssimulators MOSES 3.0*. Institut für Waldbau, Department für Wald und Bodenwissenschaften, Universität für Bodenkultur, Wien.

Eisenstecken K., 2013 – *Masterarbeiten: Bewirtschaftungskonzept für Buchenwälder in Südtirol*. Institut für Waldbau, Department für Wald- und Bodenwissenschaften, Universität für Bodenkultur, Wien.

PERCORSI SCOLASTICI E FORMAZIONE PROFESSIONALE PER GLI OPERATORI FORESTALI: DINAMICHE E PROSPETTIVE COMUNI IN EUROPA

Paolo Cielo¹, Fabio Pesce²

¹EFESC Italia Onlus, Torino, Italia; info@efesc.it

²ForTeA Consulting sarl, Lyon, France; forteaconsulting@fortea.eu

Il presente lavoro propone una rassegna dei sistemi formativi ed educativi nel settore forestale a livello europeo, ove inquadrare e confrontare esperienze in corso a livello nazionale e possibili sviluppi nel settore. Il quadro di riferimento preso in considerazione è quello dell'EQF – European Qualifications Framework. Viene effettuato un focus a livello europeo sui diplomi professionali o qualifiche professionali per operatore forestale corrispondenti al livello EQF 3.

Per quanto riguarda l'Italia si evidenzia, a fronte di un elevato numero di laureati nel settore forestale, carenze a livello di istruzione tecnico-professionale e formazione professionale con ampia variabilità tra le Regioni.

L'importanza e la necessità di riconoscere e certificare le competenze degli operatori, che si muovono in un contesto lavorativo transnazionale, emerge sempre più a livello europeo. Per far questo occorre concentrarsi maggiormente sulla certificazione delle competenze dei lavoratori. Questa necessità è formalizzata dall'Unione Europea in diversi documenti che promuovono un approccio basato sull'apprendimento formale, ma anche informale (percorsi formativi non strutturati) e non formale (esperienze lavorative - apprendimento autonomo).

È in tale contesto che svolge la sua attività EFESC European Forestry and Environmental Skill Council, rappresentato in Italia da EFESC Italia Onlus, nata con lo scopo di diffondere sistemi di certificazione delle competenze. Ad oggi l'attività di EFESC si è concretizzata nella definizione del "Patentino europeo della motosega" - l'ECC (European Chainsaw Certificate) che, su base volontaria e a seguito di esame pratico, certifica il possesso di competenze riconoscibili unitariamente a livello europeo.

Parole chiave: istruzione, formazione, forestale, qualifica, operatore forestale.

Keywords: education, training, forestry, qualification, forester.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-pc-per>

1. Premessa

L'istruzione e la formazione svolgono un ruolo chiave per la crescita economica sostenibile dell'Europa e per questo sono al centro, a partire dal 2000 con la "Strategia di Lisbona" e più recentemente con il programma ET 2020, del quadro strategico e politico di cooperazione dell'Unione Europea.

Il passaggio verso la *Green Economy*, con l'accresciuta consapevolezza sociale dell'importanza che rivestono i sistemi agro-forestali non solo nella produzione di materie prime, ma ancor più per l'offerta di utility e servizi per la collettività, richiede un miglioramento ed adeguamento del capitale umano e in particolare delle competenze e conoscenze tecnico-scientifiche degli operatori del settore e dei giovani che vi vogliono accedere.

Anche nel settore forestale occorre dunque puntare all'adeguamento dei sistemi di istruzione e formazione professionale così da far fronte alle sfide future e massimizzare il potenziale di sviluppo sostenibile. A livello europeo vi sono storiche e rilevanti differenze nei sistemi d'istruzione e formazione professionale,

con notevoli difficoltà per il reciproco riconoscimento di titoli e qualifiche professionali.

L'Italia è piuttosto deficitaria per quanto riguarda l'istruzione tecnico professionale dei giovani che vogliono svolgere mansioni tecnico-pratiche nella selvicoltura, utilizzazione e trasformazione del legno, mentre nella formazione professionale degli adulti solo alcune Regioni del Centro-Nord hanno definito percorsi di formazione e qualificazione professionale.

Il presente lavoro intende svolgere una rassegna dei sistemi formativi ed educativi nel settore, rispetto ai quali inquadrare e confrontare le esperienze in corso a livello nazionale e i possibili sviluppi.

L'EFESC, *European Forestry and Environmental Skill Council*, rappresentato in Italia dall'EFESC Italia Onlus, costituisce un esempio concreto di tale politica e dell'attività intrapresa in tal senso. Questa organizzazione vuole essere un centro europeo di riferimento ed informazione per tutti coloro che a diverso titolo sono interessati al miglioramento delle competenze di chi lavora per l'utilizzazione e la cura dei boschi ed al coordinamento delle relative qualifiche professionali.

2. Quadro dell'istruzione e formazione forestale in Europa

Ogni Paese dell'Unione Europea elabora la propria politica in materia di istruzione, mentre l'Unione ricopre una funzione di supporto: fissa obiettivi comuni e favorisce lo scambio di buone pratiche attraverso la creazione di programmi di lavoro, come "Istruzione e Formazione 2010" e "ET 2020" (quadro strategico per la cooperazione europea nel settore dell'istruzione e della formazione).

I sistemi di istruzione e di formazione possono quindi differire a livello europeo talvolta anche significativamente in relazione alla loro struttura e contenuto. Tali differenze vanno ricercate nei differenti contesti giuridico-amministrativi e sistemi socio-economici oltre che nel contesto forestale e nel ruolo e funzione attribuita alle foreste nei vari paesi europei.

Esistono sostanzialmente due sistemi di istruzione e formazione: il sistema duale e quello tradizionale. Il sistema duale (*dual system*) è caratterizzato dall'integrazione di nozioni teoriche, erogate come formazione tradizionale in aula, con aspetti pratici visti sul campo e/o in azienda. Tale sistema trova applicazione sia a livello di scuola dell'obbligo, sia nelle scuole di formazione professionali ed è principalmente adottato dai paesi centro-nord europei (Svizzera, Germania, Austria, Repubblica Ceca, Svezia, Finlandia e in parte in Olanda, Danimarca e Norvegia).

In questo contesto i giovani entrano con successo nel mondo del lavoro come tecnici qualificati al termine del ciclo scolastico secondario (normalmente 3 anni dopo la scuola dell'obbligo), ma possono anche valutare il proseguimento degli studi magari dopo alcuni anni di esperienza lavorativa, essendovi scuole superiori per questo specifico tipo di studenti. Il numero di studenti che aderisce a questo sistema di istruzione e formazione è via via crescente. Il sistema duale è in grado di dare allo studente sia qualifiche professionali, sia, con successivi step di apprendimento, veri e propri titoli di studio.

Il sistema d'istruzione tradizionale (*school based system*) adottato in gran parte del mondo, tra cui l'Italia, è basato invece sull'istruzione scolastica con un percorso dalla scuola primaria fino all'università, senza lo sviluppo di un percorso formativo applicato integrato. La scuola offre quindi titoli di studio ai diversi livelli, mentre i percorsi legati alle qualifiche professionali sono completamente disgiunti da quelli scolastici e difficilmente intersecabili. Alcuni Paesi europei come Francia, Belgio e Regno Unito che adottano il sistema scolastico tradizionale hanno tuttavia da tempo introdotto in diversi settori, tra cui quello agricolo-forestale, percorsi formativi professionalizzanti rivolti ai giovani in età post scuola dell'obbligo (Fig. 1). La necessità di equiparare i titoli di studio e le qualifiche professionali, sempre più impellente negli ultimi anni, ha fatto sì che anche l'Unione Europea dettasse linee guida per arrivare ad un'offerta formativa equiparabile e standard formativi condivisi.

L'EQF (*European Qualifications Framework*) è stato introdotto con Raccomandazione dell'Unione Europea del 23 aprile 2008 con l'obiettivo di definire un codice di riferimento per i sistemi di istruzione e formazione basato sui risultati dell'apprendimento.

L'EQF è strutturato su 8 livelli che descrivono le conoscenze, le abilità e le competenze, indipendentemente dal sistema in cui sono state acquisite. I livelli formativi riguardano l'insieme di tutte le qualificazioni (non solo quelle professionali): da quelle ottenute al termine dell'istruzione e della formazione obbligatoria a quelle conseguite ai più alti livelli accademici. Ogni Paese deve collocare i propri titoli all'interno di tale griglia sulla base di specifici indicatori relativi a conoscenze, abilità e competenze. (Tab. 1).

Le qualifiche e i diplomi professionali per gli operatori del settore delle utilizzazioni forestali sono inquadrati sul livello 3 EQF, e talvolta sul livello 4, quando corrispondenti a mansioni e competenze altamente specializzate (per es. tecnico addetto all'installazione di linee di gru a cavo). Nel livello EQF inferiore (2) ricadono mansioni e qualifiche di base per il lavoro in bosco, come il *Forstarbeiter* austriaco (operaio forestale comune): normalmente si tratta di corsi di formazione per adulti a carattere informale, di breve durata, senza esame finale, né rilascio di attestati o qualifiche professionali.

Un recente progetto di cooperazione transfrontaliera Italia-Francia, svolto nell'ambito del programma ALCOTRA, chiamato Informa, ha permesso di stabilire una tabella di equiparazione fra i diversi titoli di studio francesi e le qualifiche professionali delle Regioni italiane partecipanti al progetto utilizzando come base di riferimento l'EQF

(www.regione.piemonte.it/foreste/it/impres/informa).

Fermo restando che il posizionamento dei diplomi e delle qualifiche professionali degli altri Paesi europei in corrispondenza dei livelli italiani non è da intendersi in termini di esatta equivalenza di competenze acquisite, ma di similitudine dei contenuti formativi, tale tipo di equiparazione costituisce una fondamentale base comune conoscitiva per agevolare i processi di reciproco riconoscimento delle professionalità degli operatori forestali.

Sulla base di questo modello sono state condotte interviste a esperti del settore di diversi Paesi europei, grazie alle quali è stato possibile delineare un quadro sinottico sui diversi diplomi professionali o qualifiche professionali per l'operatore forestale corrispondenti al livello EQF 3 (Tab. 2) (Bernasconi e Schroff, 2011).

3. Quadro dell'Istruzione e formazione forestale in Italia

Innanzitutto va detto che l'Italia, con il 4,2% della spesa pubblica per l'istruzione e la formazione si colloca ben al di sotto della media europea (5,3%) (dato *Education and Training monitor 2014 – European Commission*).

Il sistema scolastico italiano non prevede nel periodo di studi obbligatorio, salvo qualche eccezione, percorsi educativi indirizzati alla formazione verso le professioni forestali, nonostante il bosco copra ben il 34% della superficie nazionale, l'Italia sia uno dei maggiori consumatori di legname al mondo ed il numero di addetti della filiera legno sia stimato intorno alle 297 mila unità (fonte UNECE – *Professions and Training in Forestry* – 2011).

Sono infatti pochissime in Italia e situate quasi esclusivamente al Nord, le scuole secondarie tecnico-professionali ad indirizzo forestale (agrotecnici con opzione gestione risorse forestali e montane):

- Istituto di Istruzione Superiore "Alberto Maria Camaiti", Pieve S. Stefano (AR);
- Istituto di Istruzione Superiore "F. Meneghini", Edolo (BS);
- Istituto di Istruzione Superiore di Ceva, Ormea (CN);
- Istituto di Istruzione Superiore Antonio Della Lucia", Feltre (BL).

Questi istituti pur essendo ad indirizzo prettamente tecnico-scientifico con prove pratiche in laboratori ed in campo, non prevedono solo brevi periodi formativi svolti direttamente nel mondo del lavoro, presso aziende o Enti.

A livello di istruzione accademica in ambito agro-forestale (lauree/master) l'Italia ha invece ben 9 sedi Universitarie con un'offerta formativa, in termini di corsi di laurea (19 corsi di laurea, contro i 9 di Germania ed Austria), tra le più ampie d'Europa. L'orientamento di questi corsi di laurea della durata di 3 o 5 anni (Laurea breve o Laurea specialistica/magistrale) ha una forte connotazione teorica e generalista, essendo meno sviluppati gli insegnamenti professionalizzanti a carattere tecnico-pratico.

Periodi di tirocinio o apprendistato in azienda, durante il percorso di studi, sono solitamente di breve durata (125 ore) e talvolta non sono neanche obbligatori, dipendendo dai regolamenti di Facoltà o Dipartimento.

Il numero dei laureati in Italia risulta molto elevato, circa 600 all'anno (in confronto ai circa 100 di Francia e Austria), e solo in parte compensa la carenza di diplomati e tecnici specializzati, che sono invece presenti in altri Paesi europei, in particolare in quelli dove è adottato il sistema duale.

L'elevato numero di laureati è stato assorbito in passato dalle Pubbliche Amministrazioni che si sono dotate di tecnici forestali nei diversi Uffici competenti in materia, ma più recentemente invece il blocco delle assunzioni nel pubblico impiego non trova adeguate compensazioni nel mondo lavorativo privato professionale e dell'industria.

Per quanto riguarda la formazione professionale dei profili più bassi della scala EQF, un elemento chiave è la diversa organizzazione tra Stato e Regioni. In Italia, in base all'articolo 117 della Costituzione, le Regioni hanno una competenza esclusiva in materia di formazione professionale e di gestione forestale, mentre in molti altri paesi queste materie sono disciplinate ed organizzate a livello nazionale e solo attuate a livello regionale. Non esiste in alcuna Regione un percorso formativo per i giovani che intendano avviarsi al lavoro del boscaiolo, mentre vi sono alcuni corsi per addetto alla manutenzione del verde, fra i quali si citano quelli della Scuola Agraria del Parco di Monza. Parimenti si possono trovare iniziative occasionali legate a bandi regionali sul fondo FSE, che attivano periodicamente percorsi formativi di 600-1200 ore rivolti a giovani con diverso livello di studio e rivolti a qualificare gli stessi su mansioni tecniche o operative (si cita ad es. il caso

del programma Piano di Sviluppo Settoriale della Regione Liguria).

Se dunque l'istruzione e la formazione forestale sono praticamente assenti per i giovani, per i lavoratori del settore si presenta comunque la necessità di realizzare percorsi di formazione, addestramento, aggiornamento e qualificazione. Il fine è quello non solo di "caratterizzare" la professionalità del lavoratore e del settore, attraverso l'uniformazione delle tecniche di lavoro, del linguaggio e delle procedure, ma anche di migliorare l'efficienza e l'efficacia della gestione forestale (secondo i principi internazionali di sostenibilità recepiti dalla normativa nazionale e regionale) e la sicurezza dei cantieri, a partire dalle mansioni più semplici di allestimento fino a quelle complesse e pericolose di abbattimento ed esbosco.

La formazione degli operatori già inseriti nel mondo del lavoro può essere vista anche come uno strumento di qualificazione e differenziazione dell'impresa regolare e professionale rispetto a operatori non regolari. Alcune Regioni e Province Autonome, (Piemonte, Lombardia, Trentino, Toscana, Friuli, Liguria e Valle d'Aosta) stanno andando in questa direzione, e per promuovere e tutelare la professionalità del lavoro in bosco, hanno introdotto o stanno introducendo norme specifiche sulla formazione e qualificazione professionale degli operatori. In alcune di queste Regioni sono stati definiti percorsi formativi standardizzati, con riconoscimento di qualifiche riconducibili alle mansioni dell'operatore forestale professionale e del caposquadra o capocantiere. La formazione dell'operatore o dell'imprenditore è uno dei presupposti per l'iscrizione all'albo delle imprese su base regionale o provinciale o alla possibilità di eseguire determinati tipi di interventi forestali (Fig. 2). Il quadro non è evidentemente univoco nelle diverse Regioni, tuttavia recentemente sono state adottate convenzioni di reciproco riconoscimento/equiparazione di percorsi formativi nei territori delle Regioni Piemonte (D.D. n. 1992 del 02.08.2012 e D.D. n. 225 del 31.01.2014), Liguria (Decreto n. 4902 del 24.12.2012 e n. 1106 del 02.05.2014), Lombardia (Decreto n. 12668 del 31.12.2012) e Valle d'Aosta (P.D. n. 177 del 24.01.2014) e della Provincia Autonoma di Trento (Deliberazione n. 2255 del 19.10.2014).

La mancanza di un'istruzione e di una formazione strutturata e riconosciuta a scala locale, nazionale e internazionale è uno degli elementi che possono rallentare la qualificazione del settore e soprattutto costituiscono uno dei principali motivi di scarsa permeabilità del settore alle innovazioni e *best practice* che pure esistono in molte realtà.

4. Mobilità dei lavoratori e certificazione delle competenze

Per quanto attiene al settore forestale gli Enti competenti, ma anche gli schemi di certificazione volontaria quali PEFC e FSC, impongono sempre più requisiti di professionalità per l'operatore o per l'impresa per l'esecuzione di determinati interventi forestali o per la loro iscrizione agli appositi albi professionali.

Così in Svizzera ogni lavoratore della foresta deve avere almeno una formazione minima obbligatoria della durata di una settimana, in Germania, in tutte le foreste certificate, chiunque effettui lavori di abbattimento con motosega deve essere formato, in Francia per divenire ETF (*Entrepreneur travaux forestiers*) occorre una formazione di 4 anni dopo la scuola dell'obbligo; in Piemonte occorre avere seguito un corso di abbattimento e uno di esbosco per poter tagliare lotti superiori ai 5000 m² e similmente in molte altre Regioni del Nord Italia.

Per contro nell'Europa a 27 si registra una sempre maggiore mobilità di lavoratori ed imprese, legata sia ai flussi di lavoratori dai Paesi dell'Est più poveri a quelli occidentali più ricchi, sia alla mobilità delle imprese a livello transfrontaliero (Italia/Svizzera, Italia/Francia, Austria/Italia, Belgio/Olanda) in relazione a differenti costi della manodopera, della materia prima e livelli di imposizione fiscale, sia in relazione a grandi fenomeni naturali di schianti da vento o da neve, sempre più frequenti e con cadenza quasi annuale al Nord delle Alpi. In concomitanza di tali disastri si mobilitano centinaia di imprese da tutti i Paesi vicini, per lavorare il legname prima che si scatenino fitopatie o pullulazioni di insetti corticicoli e lignicoli (bostrico) in grado di arrecare ulteriori e ingenti danni al legname e ai soprassuoli rimasti in piedi.

In questo contesto possono ostacolare la libera circolazione degli operatori nel mercato europeo. In assenza di strumenti comuni per la verifica delle competenze, si possono avere fenomeni di completa deregulation dove i proprietari boschivi non hanno altro strumento di valutazione dell'impresa che il numero e la grandezza dei macchinari. Ma l'esperienza insegna che questi non sempre sono parametri attendibili di professionalità né garanzia della salvaguardia del patrimonio naturale.

Tutto ciò rende difficile e aleatoria la mobilità in un contesto ove, per esigenze climatiche e di mercato, questa è vitale per molte imprese, soprattutto se attive e strutturate.

Risulta quindi sempre più necessario poter riconoscere le competenze di operatori e imprese in contesti territoriali differenti.

La classificazione EQF è indubbiamente un supporto per tale valutazione nel quadro europeo della formazione, ma tale strumento non garantisce una disaggregazione sufficientemente dettagliata delle abilità e conoscenze per rappresentare le specificità delle professioni della foresta.

Data l'oggettiva difficoltà di confrontare percorsi scolastici o di istruzione professionali fra i Paesi Europei, con storiche e radicali differenze nelle modalità di insegnamento e apprendimento, l'evoluzione in atto da parte delle Autorità è stata quella di concentrarsi sempre più sulla certificazione delle competenze dei lavoratori.

Tale certificazione può avvenire come momento finale di un processo di apprendimento formale, sia esso un percorso scolastico teorico o di istruzione professionale sia esso un corso standardizzato per l'ottenimento di una qualifica professionale. Oppure può avvenire come momento a se stante di verifica delle competenze acquisite da un lavoratore attraverso processi di apprendimento informali (corsi e lezioni seguite a vario

titolo ma non codificati in un percorso strutturato) e addirittura non formali, ovvero grazie ad esperienze lavorative con alto valore formativo o esperienze di apprendimento autonomo maturate anche nella vita privata.

Tale verifica delle competenze può quindi prescindere dal tipo di formazione avuta, teorica o pratica, di breve o lunga durata, ma verte sulle abilità e conoscenze che il soggetto è in grado di dimostrare durante le prove della verifica.

Qualora le competenze oggetto di verifica siano riconosciute concordemente come quelle tipiche caratterizzanti e indispensabili del lavoro in questione e se le modalità di esecuzione della verifica seguono un protocollo che garantisca oggettività, ripetibilità e trasparenza, ecco che finalmente le insormontabili difficoltà di uniformazione dei percorsi formativi trovano soluzione intorno ad un omogeneo modo di verifica di ciò che il lavoratore dovrebbe saper fare ed effettivamente è in grado di fare.

Questo approccio è delineato dalla Direttiva 2005/36/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 7 settembre 2005 e s.m.i, relativa al riconoscimento delle qualifiche professionali e sottolineato da una raccomandazione del Consiglio Europeo del dicembre 2012, in cui il Consiglio invita gli stati membri dell'UE a stabilire principi per la convalida delle qualifiche e competenze che siano collegati ai quadri nazionali ed in linea con il quadro europeo delle qualifiche.

Recentissimamente, si è espresso a tal proposito anche il Comitato delle Regioni con un parere (2015/C 019/16) "Riconoscimento delle capacità e delle competenze acquisite mediante l'apprendimento non formale e informale", nel quale viene sottolineata l'importanza della formazione permanente e del riconoscimento e convalida di competenze e conoscenze acquisite tramite l'istruzione informale e non formale.

A livello italiano tale provvedimento è stato recepito dal D.Lgs. 13/2013 che individua i soggetti abilitati e le linee guida per le modalità attuative di tali verifiche. Viene istituito altresì un albo nazionale delle competenze in cui dovranno prossimamente confluire le numerose e articolate competenze collegate a titoli di studio e qualifiche professionali.

Se si pensa ai necessari e spesso dolorosi processi di riconversione industriale che stanno attraversando tutti i Paesi europei, ma in particolare modo il nostro, e le relative necessità di riqualificazione delle maestranze, si può capire bene che il saper valutare bene cosa un lavoratore sia in grado di fare, senza doverlo sottoporre a lunghi periodi formativi costosi e magari in parte umilianti può non essere cosa da poco.

5. L'EFESC uno strumento per la certificazione delle competenze nel settore agro-forestale

L'EFESC, *European Forestry and Environmental Skill Council*, è un'associazione fondata nel 2011, costituita da soggetti di diversi Paesi europei (*European Network of Forest Entrepreneurs* ENFE DE; *Forest Sciences Centre of Catalonia* ES; *Inverde* BE; *IPC Groene Ruimte* NL; *Kuratorium fur Waldarbeit und Forsttechnik* (KWF) DE;

FASST – *Ossiach AT; Centre forestier de la Région PACA FR, EFESC Italia Onlus IT; MWMAC UK*) con lo scopo di diffondere sistemi di certificazione delle competenze nel settore forestale a livello europeo.

L'attività fin qui svolta dall'EFESC si è concretizzata con la definizione ed introduzione di un primo ed importantissimo standard su base volontaria per l'utilizzo della motosega, lo standard ECS (*European Chainsaw Standard*) ed il rilascio di un "patentino europeo della motosega" l'ECC (*European Chainsaw Certificate*). L'ECC mira a costituire il riferimento comune a livello europeo per le competenze di base necessarie per operare con sicurezza ed efficacia nelle operazioni di utilizzazioni forestale: abbattimento ed allestimento.

L'ECC prevede i seguenti livelli di competenze:

- ECC 1 - Manutenzione della motosega e tecniche di depezzatura
- ECC 2 - Tecniche base di abbattimento alberi (alberi di piccole dimensioni – fino a 38 cm di diametro al piede)
- ECC 3 - Tecniche avanzate di taglio piante (medi e grandi alberi)
- ECC 4 - Tecniche per alberi schiantati e danneggiati.

Tale standard, attesta con uno specifico certificato, il possesso di competenze identificabili unitariamente a livello europeo. Il certificato è rilasciato sulla base di un esame eseguito secondo metodologie codificate e da parte di esaminatori abilitati.

Lo standard ECS viene verificato nell'ambito di prove che si svolgono secondo una procedura uniforme in tutta Europa che garantiscono che i requisiti minimi di abilità e conoscenze dei candidati siano uniformemente verificate. L'alto valore del sistema sta nel fatto che tutte le competenze necessarie al lavoro con la motosega nei compiti di abbattimento e allestimento del legname sono state individuate e disarticolate nel dettaglio e lungamente discusse fra tutti i soggetti dell'organizzazione europea in circa 5 anni di lavoro, arrivando ad una linea comune che contiene in sé e dietro di sé la conoscenza di tanti e diversi sistemi di lavoro e formazione. In secondo luogo, sulla tradizione anglosassone delle certificazioni delle competenze professionali, sono stati stabiliti alcuni principi chiari e semplici che rendono particolarmente serio e affidabile il sistema, che possono essere così riassunti:

- il verificatore delle competenze deve essere persona diversa dal formatore;
- il processo di verifica delle competenze deve essere soggetto ad un sistema di controllo della qualità con possibilità di verifica dell'operato dell'esaminatore e dell'organizzazione (centro di formazione e/o certificazione) che ha curato l'esame di competenza;
- l'esaminatore deve essere reclutato e formato secondo specifiche procedure e deve operare secondo linee guida sottoposte a periodici controlli e a processi di aggiornamento ogni 3 anni.

I primi certificati europei sono stati rilasciati in Belgio nel 2012, a seguire in Germania nel 2013 e in Italia nel gennaio 2015.

Ad oggi altri Paesi stanno organizzando le Agenzie nazionali di EFESC come Italia, Austria, Olanda, Francia, Spagna e Romania; nel 2015 sono previsti i primi certificati anche in questi Paesi. In altri, che pur aderiscono all'organizzazione, quali Regno Unito e Svizzera, si sta discutendo e lavorando sul tema.

6. Conclusioni

Nel settore forestale, negli ultimi anni, le esigenze ed i requisiti professionali sono cambiati: basti pensare all'introduzione di macchine operatrici tecnologicamente avanzate, o alle nuove normative in materia di salvaguardia ambientale. Emerge sempre più forte la necessità di avere figure professionali preparate dal punto di vista tecnico-pratico.

Tra i vari obiettivi dell'Unione Europea vi è proprio quello di sviluppare e potenziare l'istruzione e la formazione professionale anche attraverso il rafforzamento della cooperazione a livello europeo. Occorre dunque lavorare, conformemente alle direttive della politica comunitaria, per avere un'offerta formativa e corsi di studi, condivisi tra i vari paesi dell'Unione, che permettano di assicurare competenza e professionalità teorico-pratica per operare in sicurezza, con efficacia e competitività a scala europea e rispondere alle più recenti problematiche legate alla salvaguardia dell'ambiente e del territorio, alla crescente mobilità di operatori e imprese e all'evoluzione degli aspetti normativi nazionali ed europei.

Proseguendo il lavoro e gli sforzi fin qui profusi da parte di alcune Regioni e facendo tesoro dei risultati e delle attività intraprese dall'EFESC, è da ritenersi auspicabile un ampliamento dell'offerta formativa relativa alle mansioni operative della filiera foresta-legno e procedure di riconoscimento delle competenze professionali semplici e di rapida esecuzione.

Lo sviluppo di protocolli di equivalenza e procedure di riconoscimento, dovranno essere recepite nel quadro normativo ed amministrativo vigente dei rispettivi territori con riferimento alla formazione professionale e alla gestione forestale. Si confida che l'ECC e EFESC possano contribuire a questi obiettivi a livello nazionale ed europeo.

Ringraziamenti

L'articolo è stato redatto nell'ambito delle attività condotte da AIFOR (Associazione Istruttori Forestali) socio di EFESC Italia e partner nel progetto "Informa", programma Alcotra 2007-2013.

Tabella 1. Quadro sinottico di equivalenza delle qualificazioni pubbliche nazionali italiane ai livelli dell'EQF come risulta dall'allegato B all'Accordo in Conferenza Stato-Regioni del 20 dicembre 2012 (da <http://europalavoro.lavoro.gov.it/>).
 Table 1. Equivalence synoptic framework of Italian public qualifications at the EQF levels as in Annex B of the Agreement reached during the State- Regions Conference on 20th December 2012 (by <http://europalavoro.lavoro.gov.it/>).

Livello EQF	Tipologia di qualificazione
1	Diploma di licenza conclusiva del I ciclo di istruzione
2	Certificazione delle competenze di base acquisite in esito all'assolvimento dell'obbligo di istruzione
3	Attestato di qualifica di operatore professionale
4	Diploma professionale di tecnico
	Diploma liceale
	Diploma di istruzione tecnica
	Diploma di istruzione professionale
	Certificato di specializzazione tecnica superiore
5	Diploma di tecnico superiore (alta specializzazione)
6	Laurea
	Diploma Universitario di I livello
7	Laurea Magistrale
	Diploma Universitario di II livello
	Master universitario di I livello
	Diploma Accademico di specializzazione (I)
	Diploma di perfezionamento o master (I)
8	Dottorato di ricerca
	Diploma accademico di formazione alla ricerca
	Diploma di specializzazione
	Master universitario di II livello
	Diploma Accademico di specializzazione (II)
	Diploma di perfezionamento o master (II)

Tabella 2. Focus sui diversi diplomi o qualifiche professionali per operatore forestale corrispondenti al livello EQF 3.
 Table 2. Focus on the different diplomas or professional qualifications for the forestry operator corresponding to the EQF level 3.

<i>LIVELLO EQF 3 / EQF2 (*)</i>			
<i>NAZIONE</i>	<i>QUALIFICA PROFESSIONALE</i>	<i>DURATA</i>	
		<i>GIOVANI</i>	<i>ADULTI</i>
Austria	3a Forstfacharbeiter	2 anni di corso	1-3 anni di esperienza + 3 settimane di corso con esame finale
	3b Forstmeister FFA with 3 y experience + 12 weeks cours		3 anni di esperienza + 12 settimane di corso
Germania	Forstwirt	3 anni di corso	
Svizzera	Forstwirt\Forestiers- bûcherons\Selvicoltore	3 anni di corso	1 anno di corso
Francia	CAPA (Certificat d'aptitude professionnel agricole)	1 - 2 anni di corso	Percorsi più brevi in funzione dell'esperienza e dell'istruzione generale già in possesso
	BPA (Brevet Professionnel Agricole) ravaux Forestiers Bucheronnage/Sylviculture	2 anni di corso	
Belgio	Forestry worker	1-2 anni di corso	È richiesta una formazione di base di 30 ore e 1 giorno all'anno di aggiornamento (ogni 5 anni riparte il ciclo formativo) (*)
Italia	Qualifiche professionali a livello regionale, con diversi gradi di specializzazione. Operatore Forestale Professionale al termine dell'intero percorso formativo	non previsto	Percorsi formativi con durata variabile da 100 a 200 ore + pratica obbligatoria + esame finale

(Segue Tabella 2)

Regno Unito	C&G NVQ level 1,2 Diploma in Work-based Trees and Timber City and Guilds NPTC, and Lantra forestry and Arboriculture certification	1 - 2 anni di corso	La durata dei corsi varia in base al livello di specializzazione e alla qualifica richiesta.
Spagna	Professional Certificate (is the only practical training offer homologated to work in forest).	620 ore	620 ore



Figura 1. Sistemi di istruzione e formazione in Europa.
 Figure 1. Education and training systems in Europe.

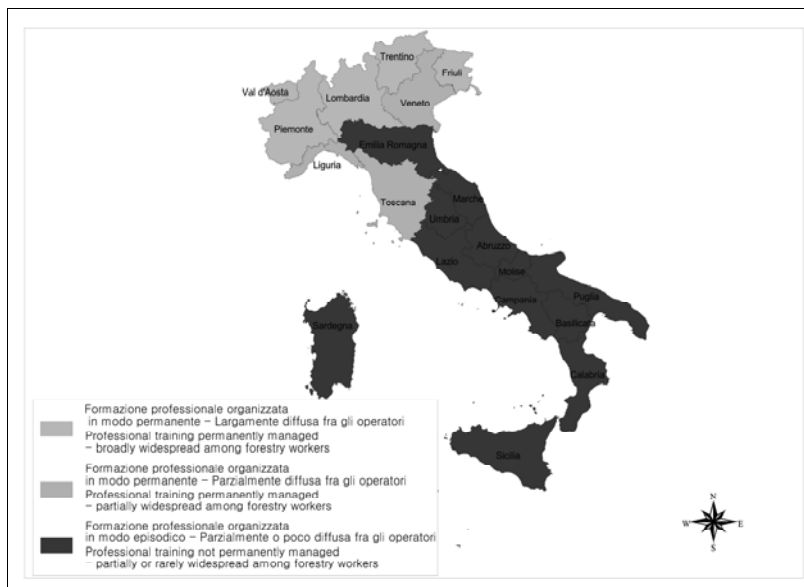


Figura 2. Corso di formazione abbattimento alberi.
 Figure 2. Training course for felling trees.



Figura 3. Corso di formazione abbattimento alberi.
Figure 3. Training course for felling trees.

SUMMARY

Education and forest vocational training for forestry workers: differences and common developments in Europe

This paper proposes a review of educational and training systems in the forest sector at European level, where frame and compare experiences in progress at the national level and possible developments in the field. The framework considered is the EQF - European Qualifications Framework. A focus on professional degrees or professional qualifications for the forestry operator, corresponding to the EQF level 3, is carried out at European level. In Italy, shortcomings in technical and vocational education and training are highlighted, especially in comparison with a high number of graduates in the forestry sector. Moreover, training systems and offer show a great variability at local level. The increasing transnational work of forest company, that is becoming more and more common in Europe, require the development of skills certification method. This need is formalized by the European Union in several documents that promote a learning approach formal but also informal (unstructured training) and non-formal (work experience - independent learning). It is in this context that operates EFESC European Forestry and Environmental Skills Council, represented in Italy by Italian EFESC Onlus, founded with the aim of spreading skills certification systems. To date, the activities of EFESC has resulted in the definition of "Patentino European chainsaw" - the ECC (European Chainsaw Certificate) which, on a voluntary basis and following practical asses, certifies the possession of uniform skills at European level

BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

AA.VV., 2014 – *Education and Training Monitor 2014*. European Commission, 2014.

AA.VV., 2014 – *La formazione professionale forestale nello spazio transalpino tra l'Italia e la Francia – Sintesi degli studi e delle analisi condotte nell'ambito del progetto di cooperazione europeo INFOR-MA*.

Bernasconi A., Schroff U., 2011 – *Professions and Training in Forestry - Results of an Inquiry in Europe and northern America*. FOEN, pp. 11-84.

Brenta P., Cielo P., Gaiani G. Marchi E., Mori P., Pesce F., Motta Fre V., Romano R., 2014 – *La formazione professionale per gli operatori del settore forestale . Documento di approfondimento della Rete Rurale Nazionale*. Gruppo di lavoro Foreste.

GU Serie Generale n. 39 del 15-2-2013, D.lgs16 gennaio n. 13, 2013 – *Definizione delle norme generali e dei livelli essenziali delle prestazioni per l'individuazione e validazione degli apprendimenti non formali e informali e degli standard minimi di servizio del sistema nazionale di certificazione delle competenze, a norma dell'articolo 4, commi 58 e 68, della legge 28 giugno 2012, n. 92*.

G.U.U.E C19 del 21 gennaio 2015 – *Parere del Comitato delle regioni – Riconoscimento delle capacità e delle competenze acquisite mediante l'apprendimento non formale e informale*.

SITOGRAFIA

<http://ec.europa.eu/eqf>
http://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice/facts_and_figures_en.php#diagrams
<http://europalavoro.lavoro.gov.it>
<http://www.europeanchainsaw.eu>
<http://www.efesc.it/standard-ecc>
<http://www.regione.piemonte.it/foreste/it/impres/infor ma>
<http://www.regione.piemonte.it/foreste/it/impres/profe sioni/valorizzazione>

LA FORMAZIONE PROFESSIONALE FORESTALE NELLO SPAZIO TRANSALPINO TRA L'ITALIA E LA FRANCIA

Valerio Motta Fre¹, Jean-Claude Haudemand², Damiano Penco³

¹Regione Piemonte, Direzione Opere pubbliche, Difesa del suolo, Montagna, Foreste, Protezione civile, Trasporti e Logistica, Settore Foreste, Torino; valerio.mottafre@regione.piemonte.it

²Regione Liguria, Dipartimento Agricoltura, Sport, Turismo e Cultura - Servizio Politiche della Montagna e della Fauna Selvatica, Genova

³Regione Autonoma Valle d'Aosta, Struttura Forestazione e sentieristica, Quart (AO)

Il progetto Interreg Alcotra InForma ha lo scopo di conoscere e rendere omogenea l'offerta formativa per gli operatori forestali nell'area transalpina Italia-Francia e di valorizzare la figura del boscaiolo presso gli operatori del settore, l'opinione pubblica e i decisori politici.

Il presente contributo, tenendo presente che in Italia la formazione professionale e la gestione forestale sono materie di competenza legislativa esclusiva delle Regioni mentre in Francia sono gestite unitariamente dall'Amministrazione centrale, si focalizza sul confronto dei sistemi formativi professionali forestali e sulle implicazioni legate alla gestione forestale nelle regioni transalpine coinvolte, analizzando in particolar modo l'offerta e la domanda formativa nei diversi territori di progetto e le esigenze formative degli operatori "non forestali". Il lavoro è stato realizzato con il contributo dei partner del progetto che hanno descritto in maniera coordinata gli elementi caratterizzanti il contesto della formazione forestale professionale nel territorio di riferimento, anche in rapporto alle norme forestali vigenti.

L'auspicio è che questo bagaglio conoscitivo comune agevoli il coordinamento degli standard formativi presenti nello spazio transalpino tra Italia e Francia e l'adeguamento dell'offerta formativa alle esigenze delle imprese, favorisca la predisposizione di sistemi di reciproco riconoscimento delle competenze certificate e promuova la formazione continua come fattore strategico di competitività e sviluppo anche nel comparto forestale.

Parole chiave: cooperazione, formazione, boscaiolo.

Keywords: cooperation, training, woodcutter.

1. Introduzione

Il progetto Interreg Alcotra InForma ha lo scopo di conoscere e rendere omogenea l'offerta formativa per gli operatori forestali nell'area transalpina Italia-Francia e di valorizzare la figura del boscaiolo presso gli operatori del settore, l'opinione pubblica e i decisori politici.

Per il raggiungimento di tali obiettivi l'iniziativa è stata articolata in più azioni che possono essere approfondite visitando il sito dedicato reperibile al seguente link: www.regione.piemonte.it/foreste/imprese/informa.

Il presente contributo si focalizzerà solo sul confronto dei sistemi formativi professionali forestali e sulle implicazioni legate alla gestione forestale nelle regioni transalpine coinvolte, tenendo presente che vi è una diversa organizzazione dello Stato: in Italia la formazione professionale e la gestione forestale sono materie di competenza legislativa esclusiva delle Regioni, mentre in Francia tali tematiche sono gestite unitariamente dall'Amministrazione centrale. L'auspicio è che questo bagaglio conoscitivo comune agevoli il coordinamento degli standard formativi presenti nello spazio transalpino tra Italia e Francia e l'adeguamento dell'offerta formativa alle esigenze delle imprese, favorisca la predisposizione di sistemi di reciproco riconoscimento delle

competenze certificate e promuova la formazione continua come fattore strategico di competitività e sviluppo anche nel comparto forestale.

2. Metodologia

Il lavoro è stato realizzato con il contributo dei partner del progetto InForma che hanno descritto in maniera coordinata gli elementi caratterizzanti il contesto della formazione forestale professionale nel territorio di riferimento, anche in rapporto alle norme forestali vigenti.

La sintesi finale è articolata nei seguenti ambiti:

- contesto di riferimento del settore foresta-legno;
- quadro giuridico ed amministrativo della formazione forestale professionale e della gestione forestale;
- sistemi di formazione forestale (formatori, standard formativi, metodi di valutazione e qualifiche esistenti);
- fabbisogni formativi delle imprese e indirizzi di sviluppo.

Nell'ambito del progetto InForma è stata inoltre svolta un'indagine specifica sugli operatori non forestali che operano con la motosega per analizzare congiuntamente l'offerta formativa presente e le esigenze espresse dagli stessi o legate ad obblighi di legge.

Le diverse analisi (offerta e domanda formativa, operatori non forestali) sono state condotte sulla base di questionari impostati in modo condiviso da tutti i partner e, successivamente, articolati in ciascuna Regione con diverso dettaglio e modalità di reperimento dei dati in base al contesto territoriale (es. numero di imprese, risorse disponibili) e alle conoscenze pregresse (esistenza di albi o elenchi). In tal modo è stato possibile evidenziare le peculiarità locali e, seppur con alcuni limiti, creare un quadro di confronto transfrontaliero.

3. Risultati

3.1 Offerta formativa

In Francia esiste una formazione professionale forestale diplomante per giovani e adulti compresa nei cicli ordinari di studio definiti dallo Stato, mentre in Italia non è previsto nulla di equivalente. In ambedue i contesti sono presenti attività formative di specializzazione di carattere prevalentemente pratico e di breve durata, rivolte in modo prioritario ma non esclusivo a un pubblico adulto che già opera nel settore.

Risultano però significativamente differenti le modalità di erogazione: in Francia sono presenti strutture permanenti, pubbliche o private, che offrono con continuità corsi per giovani e adulti; al contrario, in Italia la formazione viene erogata attraverso appositi progetti promossi e finanziati dalle Regioni e attuati da agenzie formative specializzate, o dalle Regioni stesse; inoltre, in Italia questo tipo di formazione non è standardizzato a livello nazionale ma solo a livello delle singole Regioni e si riscontra altresì la mancanza di percorsi formativi professionalizzanti di apprendistato poiché tale strumento non comprende attualmente l'ambito forestale.

Tenendo presenti tutte queste differenze, è stata elaborata la seguente tabella di equivalenza Italia-Francia riferita ai soli contenuti formativi dell'operatore nell'ambito delle utilizzazioni forestali.

Oltre alle qualifiche professionali esistenti nelle Regioni italiane e francesi interessate dal progetto InForma, la tabella presenta anche la loro classificazione secondo l'European Qualification Framework - EQF (Box 1), il sistema di riferimento europeo per la formazione, e secondo l'ECC (European Chainsaw Certification), standard di certificazione volontario per l'uso della motosega definito da EFESC (Box 2). Come evidenziato in tabella 1, eccezion fatta per il BTSA *Gestion forestière* francese, le qualifiche e i diplomi professionali di riferimento per gli operatori del settore delle utilizzazioni forestali, sia in Italia che in Francia, sono inquadrati sul livello 3 EQF. Fermo restando che il posizionamento dei diplomi e delle qualifiche professionali francesi in corrispondenza dei livelli italiani non è da intendersi in termini di equivalenza di competenze acquisite, ma di similitudine dei contenuti formativi, la tabella 1 rappresenta una base comune conoscitiva per agevolare i processi di riconoscimento delle professionalità degli operatori forestali. Un supporto per tale valutazione è fornito dalla classificazione EQF nel quadro europeo della formazione, ma tale strumento non garantisce una disaggregazione sufficientemente dettagliata per rappresentare le particolarità della formazione forestale

professionale. La certificazione ECC offre uno strumento per distinguere più agevolmente le competenze possedute nell'ambito delle utilizzazioni forestali che prevedono l'impiego della motosega.

3.2 Domanda formativa

Le problematiche professionali variano considerevolmente tra le diverse Regioni analizzate ed, in particolare, tra quelle italiane e quelle francesi a causa della diversa strutturazione e organizzazione della filiera foresta-legno e delle specifiche relazioni tra imprese forestali e altri operatori del comparto (proprietari, committenti ed acquirenti del legname). La specificità di questi fattori impone strategie di sviluppo della formazione mirate e diversificate, sfruttando, ove possibile, linee di condotta comuni.

Tra le nuove esigenze formative emergono preponderanti, in entrambi i contesti, quelle relative a macchinari e tecniche innovative, alla normativa e alle modalità di accesso ai finanziamenti pubblici. L'impresa forestale del futuro, infatti, avrà la necessità di diversificare la propria attività e acquisire nuove competenze per operare in un contesto economico ed organizzativo più complesso.

Queste rappresentano nuove sfide per chi offre formazione forestale professionale che, pertanto, dovrà anche essere impostata in forme e modi tali da ottimizzarne ancor più tempi e risorse. Tra le soluzioni che già esistono c'è, ad esempio, l'*e-learning*; più difficilmente proponibile per le vecchie generazioni, tuttavia apre nuove possibilità per i più giovani e ha il grande vantaggio di permettere una formazione flessibile che sfrutta i periodi disponibili a causa dell'impraticabilità dei cantieri o nel caso di inoperatività.

Tenendo conto però della forte connotazione pratica della formazione in ambito forestale, risulta evidente la necessità di abbinare alla soluzione telematica personale esperto con funzioni di tutor per seguire l'allievo e trasmettere oltre alle nozioni teoriche anche l'esperienza professionale.

In particolare per gli operatori che hanno in progetto di costituire un'impresa forestale, sistemi di apprendimento misti (formazione continua in presenza e tramite *e-learning*) e l'impiego di un tutor consentirebbero anche la trasmissione di conoscenze derivanti dall'esperienza di gestione d'impresa. Per facilitare lo sviluppo di nuovi modelli formativi e l'ampliamento dell'offerta ad ambiti diversi da quelli più comunemente proposti, risulta inoltre d'importanza sempre crescente la cooperazione tra soggetti che si occupano a vario titolo di formazione professionale, non solo in campo forestale, e le imprese del comparto.

Queste ultime anziché essere esclusivamente destinatarie della formazione dovrebbero più consapevolmente assumere un ruolo attivo nell'intero processo formativo.

A fronte di nuove e diversificate competenze professionali necessarie per rispondere ai livelli qualitativi richiesti ad imprese e operatori forestali, è tuttavia ancora troppo basso il numero di addetti che ricorre all'offerta di formazione professionale.

Nelle Regioni francesi *Rhône-Alpes* e *Provence-Alpes-Côte d'Azur*, anche se la formazione forestale professionale esiste da tempo e viene attuata nel ciclo edu-

cativo e in ambito lavorativo (formazione continua) e nonostante sia percepita come parte integrante del comparto, il numero di addetti che ha seguito un percorso riconosciuto raramente supera il 50%. In Francia, l'assenza di obblighi di legge specifici per gli operatori e la mancanza di incentivi per la formazione delle imprese determinano una così bassa partecipazione a fronte del contesto relativamente positivo entro cui sono proposte le attività.

Nelle Regioni italiane l'offerta formativa è slegata dal ciclo educativo, ha una storia più recente e interessa quasi esclusivamente chi già opera nel comparto; la consapevolezza della sua importanza cresce con le azioni intraprese dall'Amministrazione pubblica. In Piemonte, dove l'offerta esiste dall'inizio degli anni 2000 e la formazione professionale è divenuta obbligatoria grazie alle norme che regolano il comparto, le imprese forestali usufruiscono maggiormente di corsi piuttosto che in Liguria, dove le prime iniziative tendenti a definire un sistema formativo strutturato sono state avviate nel 2009 e non esistono obblighi formativi per operare in bosco; in quest'ultima Regione, per altro, emerge una buona predisposizione alla formazione professionale da parte degli operatori forestali più giovani. In Valle d'Aosta la formazione forestale è attiva internamente all'Amministrazione regionale a partire dal 1984, ma al momento non è ancora disponibile per le imprese: a seguito della recente riorganizzazione del settore forestale è stato però intrapreso un percorso per l'estensione di tali corsi al comparto privato.

3.3 Esigenze formative degli operatori "non forestali"

L'analisi del contesto e dei bisogni di formazione degli operatori non professionali per l'utilizzo della motosega e le operazioni di abbattimento degli alberi evidenzia come la pressione normativa sia l'elemento che fa intraprendere l'attività di formazione.

Purtroppo le risorse finanziarie dedicate risultano spesso insufficienti per l'acquisizione di competenze in materia di salute e sicurezza da parte di soggetti "non forestali", pertanto occorre prestare particolare attenzione ad una serie di aspetti organizzativi (es. uniformità gruppi, definizione obiettivo formativo) e gestionali (verifica competenze in ingresso e in uscita). La categoria dei "non forestali" di norma necessita di una formazione di base sulle conoscenze per utilizzo della motosega in sicurezza in operazioni semplici e non nell'abbattimento di alberi (depezzatura tronchetti, appuntatura di pali, ecc.); inoltre deve focalizzarsi sulla valutazione del rischio nell'uso della motosega e sull'utilizzo dei DPI con particolare attenzione agli infortuni piuttosto che alle malattie professionali, in relazione alla limitata esposizione agli agenti di danno.

Perché le conoscenze acquisite non siano perse è inoltre necessario che la formazione sia pianificata nel tempo e preveda un aggiornamento periodico (cadenza almeno triennale). Infine si ritiene opportuno sviluppare una certificazione delle competenze, analogamente all'ECC, di riferimento per gli utilizzatori della motosega occasionali o non professionali.

4. Conclusioni

Dal quadro di riferimento per la formazione, l'addestramento e l'aggiornamento professionale, le qualifiche e le certificazioni per gli addetti e le imprese, sono emerse innanzitutto le profonde differenze tra Italia e Francia e la mancanza di mutuo riconoscimento che costituisce un impedimento alla mobilità degli operatori. Territorialmente si tratta di un asse di lavoro prioritario a livello europeo, per il quale il progetto InForma ha realizzato una descrizione dettagliata del contesto giuridico ed amministrativo, dei sistemi di formazione e dei metodi di valutazione e certificazione delle competenze vigenti sul lato italiano e su quello francese, mettendo a disposizione di interventi futuri un bagaglio conoscitivo utile per poter affrontare la problematica e stabilire le opportune equivalenze, già esplicitate nella tavola di comparazione dei livelli formativi di riferimento per gli operatori forestali esistenti nello spazio transalpino in questione.

Risulta necessaria l'azione della pubblica amministrazione per riconoscere e formalizzare i termini di equivalenza stabiliti nell'ambito del progetto, tenendo conto che la certificazione ECC promossa dall'EFESC e attualmente in fase d'implementazione in entrambi i Paesi fornisce un'utile chiave di lettura dei diversi sistemi di riferimento.

D'altra parte, le indagini sulle esigenze degli operatori forestali hanno talvolta evidenziato uno scollamento tra offerta e domanda formativa, anche in relazione agli argomenti d'interesse per i committenti delle imprese forestali contoterziste in Francia e per la pubblica amministrazione in Italia. Alle imprese del comparto vanno poi aggiunti gli operatori che eseguono operazioni forestali o utilizzano attrezzature forestali al di fuori del contesto tipicamente forestale, sia nell'ambito professionale che del volontariato.

L'indagine specifica condotta su tali soggetti ha rilevato nuove opportunità di formazione ed esigenze ancora più diversificate e complesse, alle quale l'offerta esistente non sempre è in grado di rispondere compiutamente.

L'aggiornamento dell'offerta formativa deve pertanto tenere conto non solo delle innovazioni di contesto, di processo e di prodotto, di nuove tecnologie e mercati ma anche di un costante monitoraggio delle esigenze espresse direttamente dal comparto di riferimento.

Su entrambi i fronti, quello della domanda e quello dell'offerta, appare inoltre evidente il ruolo essenziale della pubblica amministrazione in cooperazione con gli attori della formazione e le imprese.

Al riguardo le azioni future ritenute più importanti sono:

- il riconoscimento nell'ambito dei contesti legislativi vigenti delle competenze professionali necessarie per operare in bosco o per eseguire delle operazioni di tipo forestale, quali l'impiego della motosega;
- lo sviluppo di attività di informazione per avvicinare l'offerta e la domanda di formazione;
- il coordinamento delle politiche di settore per incentivare la crescita professionale degli operatori lungo tutto l'arco della vita;
- lo sviluppo di meccanismi d'incentivo e valorizzazione

del percorso di miglioramento e qualificazione del capitale umano e delle imprese forestali, quali:

- i vantaggi specifici per operatori e imprese iscritte negli appositi albi come quelli già esistenti in Piemonte ed in Lombardia;
- la remunerazione delle esternalità positive derivanti dalla qualità dei servizi di utilizzazione forestale eseguiti da personale e imprese qualificati;
- l'integrazione negli standard della certificazione forestale PEFC e FSC di competenze professionali per operare in bosco;

- lo sviluppo di sistemi formativi più attrattivi e più vicini alle esigenze dei destinatari per agevolare ed incrementare la partecipazione.

Si ricorda, infine, che il valore aggiunto delle iniziative di cooperazione tra pubblica amministrazione e mondo delle imprese andrà ricercato nella condivisione delle scelte e nell'effettiva partecipazione degli operatori economici, in modo che l'evoluzione del quadro giuridico ed amministrativo non sia percepito come un aggravio burocratico ma come una scelta consapevole di crescita comune.

Box 1: Quadro europeo delle qualifiche e delle competenze per l'apprendimento permanente (EQF)

L'EQF, acronimo di *European Qualifications Framework*, è stato introdotto con Raccomandazione dell'Unione Europea del 23 aprile 2008 con l'obiettivo di definire un codice di riferimento comune per i sistemi di istruzione e formazione basato sui risultati dell'apprendimento. L'EQF è strutturato in 8 livelli che descrivono le conoscenze, le abilità e le competenze, indipendentemente dal sistema in cui sono state acquisite. I livelli formativi riguardano l'insieme di tutte le qualificazioni (non solo quelle professionali): da quella ottenute al termine dell'istruzione e della formazione obbligatoria a quelle conseguite ai più alti livelli accademici. Ogni Paese colloca i propri titoli all'interno di tale griglia sulla base di specifici indicatori.

Box 2: European Chainsaw Certificate (ECC) o patentino europeo della motosega

L'ECC, acronimo di *European Chainsaw Certificate*, è uno standard di certificazione volontario introdotto dall'EFESC, Associazione creata nel 2011 con lo scopo di diffondere sistemi di certificazione delle competenze in campo forestale a livello europeo. L'ECC costituisce un riferimento comune a livello europeo per le competenze di base necessarie a operare con sicurezza ed efficacia nelle operazioni di utilizzazione forestale: abbattimento, sramatura e depezzatura con la motosega, secondo i seguenti livelli:

ECS 1 - *Chainsaw Maintenance and Crosscutting Techniques* (Manutenzione della motosega e tecniche di depezzatura).

ECS 2 - *Basic Tree Felling Techniques* (Tecniche base di abbattimento alberi).

ECS 3 - *Advanced Tree Felling Techniques* (Tecniche avanzate di taglio piante).

ECS 4 - *Windblown & Damaged Tree Techniques* (Tecniche per alberi schiantati e danneggiati).

Tale standard, affiancando i livelli EQF validi a livello continentale, attesta il possesso di competenze identificabili unitariamente a livello europeo. Il rilascio del certificato avviene sulla base di un esame eseguito secondo metodologie codificate dall'Associazione e da parte di esaminatori abilitati.

Tabella1. Confronto tra i livelli formativi di riferimento per gli operatori forestali nei territori di progetto. Comparison between reference educational levels for foresters in the project territories. EQF (Quadro europeo delle qualifiche e delle competenze per l'apprendimento permanente - European Qualifications Framework) ECC (Patentino europeo della motosega - European Chainsaw Certificate).

	Regione Liguria	Regione Lombardia	Regione Piemonte	Regione Autonoma Valle d'Aosta	EQF	Francia	ECC
Livelli qualifiche / Regioni	UF1	n.c.	UF1	Uso motosega per operazioni di sramatura e sezionatura (senza abilitazione all'abbattimento)		Capa Travaux Forestiers Buchaeroumage / Sylviculture / Conduite	BTS.A Gestion Forestière 1
	UF2	n.c.	UF2				
Obblighi di legge	UF3	Operatore forestale	UF3	Uso della motosega per l'abbattimento di alberi di piccole/medie dimensioni in situazioni ordinarie	3	Capa Travaux Forestiers Buchaeroumage	Brevet professionnel Responsable de Chantier forestier 2
	UF4	Operatore forestale responsabile	UF4	Bûcheron (operatore boschivo); formazione al lavoro in bosco (abbattimento piante, esbosco del legname con argani e trattore forestale)		Bac Pro Forêt	3
	UF5	n.c.	UF5			Bpa Travaux Forestiers Conduite	n.c.
	UF6f + qualifica	n.c.	UF6f + qualifica	n.c.		n.c.	n.c.
		Non esistono obblighi formativi specifici per poter operare in bosco	Il titolo di operatore forestale responsabile è richiesto per l'iscrizione all'albo delle imprese	L'iscrizione all'albo delle imprese richiede il possesso di una qualsiasi delle unità formative in campo forestale sopra indicate. Dal 1/6/2015 per eseguire interventi forestali su superfici superiori a 5000 mq sono richieste specifiche competenze professionali			Il livello Bac pro Forêt o Brevet professionnel Responsable de chantier forestier è richiesto per operare come impresa di servizi di utilizzazioni forestali « Entrepreneur des Travaux Forestiers »
						Capa Travaux Forestiers option Buchaeroumage Capa Travaux Forestiers option travaux sylvicoles Bpa Travaux forestiers option Buchaeroumage Bpa Travaux forestiers option Travaux sylvicoles Bpa Travaux forestiers option Conduite de machines forestières BP Responsable des chantiers forestiers Bac pro forêt BTS.A gestion forestière	
					3		
					5		

Tabella 2. Quadro sinottico di equivalenza delle qualificazioni pubbliche nazionali italiane ai livelli dell'EQF come risulta dall'Allegato B all'Accordo in Conferenza Stato-Regioni del 20 dicembre 2012. Synoptic equivalence of public Italian national qualifications to the EQF levels as reflected in Annex B to the Agreement in the State-Regions of 20 December 2012.

<i>Livello EQF</i>	<i>Tipologia di qualificazione</i>
1	Diploma di licenza conclusiva del I ciclo di istruzione
2	Certificazione delle competenze di base acquisite in esito all'assolvimento dell'obbligo di istruzione
3	Attestato di qualifica di operatore professionale
4	Diploma professionale di tecnico
	Diploma liceale
	Diploma di istruzione tecnica
	Diploma di istruzione professionale
	Certificato di specializzazione tecnica superiore
5	Diploma di tecnico superiore
6	Laurea
	Diploma Accademico di I livello
7	Laurea Magistrale
	Diploma Accademico di II livello
	Master universitario di I livello
	Diploma Accademico di specializzazione (I)
	Diploma di perfezionamento o master (I)
8	Dottorato di ricerca
	Diploma accademico di formazione alla ricerca
	Diploma di specializzazione
	Master universitario di II livello
	Diploma Accademico di specializzazione (II)
	Diploma di perfezionamento o master (II)

SUMMARY

Vocational forest training in the Alpine Space between Italy and France

The Interreg project Alcotra InForma aims to know and standardize the training programs for forest workers in the Alps between Italy and France and to emphasize the role of the woodcutter not only in the industry, but also among the public opinion and policy makers. In consideration of the countless differences between the two countries and between the regions involved, both regarding the forest-wood and the legal-administrative systems, the present work constitutes a deeper of the cognitive framework necessary for the comparison of professional forestry training systems and their implications for forest management. In Italy the vocational training and forest management are matters of exclusive legislative competence of Regions, while in France are managed

by the central government.

This paper focuses on the comparison of professional forestry training systems and implications related to the forest management of the transalpine regions involved, analyzing the supply and demand for training in the project areas and the training needs of the “nonforest operators”.

The work was realized with the contribution of the project partners who have described in a coordinated way the elements characterizing the context of professional forestry training in their areas, even in relation to their current forestry regulations.

This common “store of knowledge” may help the coordination of training standards in the transalpine space between Italy and France and the adjustment of the educational offers to the needs of companies, promoting the establishment of mutual recognition systems of certified skills and the continuing vocational training as a strategic factor of competitiveness and development in the forestry sector.

L'ARTE DI TENERE RAZIONALMENTE LE SELVE. LA NORMATIVA CHE DISCIPLINA IL GOVERNO DEI BOSCHI. LA METODOLOGIA DIDATTICA A SOSTEGNO DELLA FORMAZIONE NELLE SCUOLE DEL CORPO FORESTALE DELLO STATO

Umberto D'Autilia¹, Francesco Pennacchini², Cristiano Berretta³

¹Dirigente superiore del CFS Capo del Servizio V Comandante delle Scuole del Corpo Forestale dello Stato

²Primo Dirigente del Corpo Forestale dello Stato

³Commissario Capo del Corpo Forestale dello Stato

Il Corpo Forestale dello Stato è una forza di polizia ad ordinamento civile specializzata nella difesa del patrimonio agroforestale italiano e nella tutela dell'ambiente (legge 6 febbraio, n.36), la Scuola provvede alla formazione, all'addestramento, all'aggiornamento e alla specializzazione del personale del Corpo, nonché a richiesta, di quello dipendente da altre amministrazioni, ivi compreso quello dei servizi tecnici forestali regionali di altri operatori dell'ambiente.

L'attività del Corpo ha prevalenza nelle aree rurali e montane e la stessa prevenzione di polizia e contrasto agli illeciti e alle alterazioni dell'ambiente connesse in violazione della relativa normativa, presuppone una spiccata conoscenza scientifica e tecnica della natura e dei suoi sistemi. La formazione del forestale deve pertanto completarsi con un ricco bagaglio di conoscenze che costituiscono un presupposto imprescindibile per la corretta applicazione della disciplina normativa del settore. Nel caso della selvicoltura e in generale di tutte le attività antropiche che si svolgono o che hanno interazioni con il bosco, la formazione non può prescindere dalla conoscenza scientifica e tecnica tipicamente forestale (es, danno ambientale).

L'intervento che verrà presentato mira ad illustrare la didattica che la Scuola ha specificatamente predisposto per preparare i forestali in questo specifico ambito, in occasione dell'imminenza del corso Vice Ispettori, è stato predisposto una sorta di manuale delle escursioni esterne, delle esercitazioni in campo. Il lavoro consiste in una serie di schede rappresentanti percorsi formativi che si disimpegnano nelle diverse tipologie di bosco, di governo, di trattamento, in modo da rappresentare il più completo quadro selvicolturale possibile in ambito Appennino centrale. Il manuale è in grado di descrivere didatticamente i percorsi, completando agli aspetti botanici naturalistici con quelli selvicolturali e dendrometrici, con i riferimenti normativi della disciplina che li governa, e le possibili connessioni o esposizioni ai crimini in danno all'ambiente. I più innovativi strumenti di rilevamento topografico e di conoscenza del territorio sono stati utilizzati per il rilevamento e la sua rappresentazione grafica (QGIS, GPS, TERRASYNC, PATHFINDER). Sono circa 26 i percorsi didattici cui si intende presentare il modello adottato per realizzarli e rappresentarli. Credo possa essere di aiuto, stimolo o confronto anche per altri istituti di formazione, università e mondo accademico.

Parole chiave: governo dei boschi, Scuole del Corpo Forestale dello Stato, metodologia didattica a sostegno della formazione.

Keywords: woodland management, State Forestry Corps schools, didactic methodology supporting education.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-uda-art>

1. Introduzione

L'Ispettore Generale delle Foreste Adolfo Di Bérenger (1815-1895), fu direttore della prima scuola forestale italiana, e ne determinò l'indirizzo pratico sperimentale.

Dal 10 al 13 Gennaio 1868 l'Ispettore Generale forestale, Adolfo Di Bérenger fu incaricato dal Ministero di recarsi a Vallombrosa per tenere un corso di fisiologia botanica e contemporaneamente assumere la direzione degli studi al posto dello Schirò che manteneva insieme al Viglietta (allora Ispettore Generale dell'Umbria) la

direzione amministrativa dell'istituto e i corsi di loro competenza. A conclusione del corso gli esami finali furono preceduti da una inedita allocuzione del Di Bérenger:

«[...] In conclusione adunque, ciò che da voi valenti giovani, si domanda, non è un sapere enciclopedico ma è soltanto che ognuno di voi, camminando alla sua meta, sappia ciò tutto, che porta al pieno esercizio dell'arte sua ossia che non sia peregrino e straniero in quelle discipline del sapere, che prestano i suoi uffici diretti, e sono mani e braccia dell'economia selvana. [...] Non vantarvi Agenti forestali del Governo, senza

conoscerne le leggi e i regolamenti! Persuadetevi di ciò, e fra tanti vi conforti la certezza, che quanto avete durato fatica a istruirvi tanto v'assisterà nei vostri futuri aspiri».

Il Di Bérenger rilevò, terminato il corso, la necessità di fondare una «scuola forestale permanente e di un'istruzione forestale soda, geniale e completa», che superando i corsi trimestrali di formazione, favorisse su basi unitarie la riorganizzazione dell'Amministrazione forestale.

La legge di riordino 36/2004 “*Nuovo ordinamento del Corpo forestale dello Stato*” ha inciso profondamente anche sull'evoluzione dell'approccio metodologico e sulla didattica della Scuola del Corpo Forestale dello Stato. La Scuola partecipa al rinnovamento del Corpo, formando il personale forestale affinché possa svolgere con competenza e professionalità i propri compiti istituzionali, sia quelli tradizionali sia quelli di polizia specializzata nella difesa del patrimonio agroforestale italiano, nella tutela dell'ambiente, del paesaggio, dell'ecosistema e della conservazione della biodiversità. In questa nuova dimensione istituzionale, la Scuola promuove un aggiornamento mirato all'innovazione e allo sviluppo delle nuove tecnologie e alla promozione scientifica delle tecniche di polizia giudiziaria ambientale.

Oggi la Scuola del Corpo Forestale dello Stato anche in occasione dei prossimi corsi di formazione ed avanzamento di carriera professionale (Vice Ispettore, Vice Sovrintendente e Agente) ha ritenuto opportuno redigere un lavoro intitolato: “La normativa che disciplina il governo dei boschi - La metodologia didattica a sostegno della formazione nelle Scuole del Corpo Forestale dello Stato” volto a cartografare ed identificare dei *percorsi didattici* da utilizzare durante le esercitazioni esterne o a supporto della didattica frontale classica.

Il lavoro trova i suoi fondamenti sull'apprendimento attraverso l'esperienza (*Experiential Learning*) che costituisce un modello di apprendimento basato sull'esperienza, sia essa cognitiva, emotiva o sensoriale. Il processo di apprendimento si realizza attraverso l'azione e la sperimentazione di situazioni, compiti e ruoli in cui il soggetto, attivo protagonista, si trova a mettere in campo le proprie risorse e competenze per l'elaborazione e/o la riorganizzazione di teorie e concetti volti al raggiungimento di un obiettivo. Consente inoltre di sviluppare le proprie abilità di *problem solving*, anche attraverso l'abilità creativa, e di far acquisire autoconsapevolezza mediante auto-osservazione ed etero-osservazione al fine di ridefinire eventuali atteggiamenti inadeguati e di valorizzare i comportamenti costruttivi. L'esperienza così acquisita diviene patrimonio di conoscenza del soggetto e costituirà il nuovo punto di partenza di ulteriori evoluzioni.

È bene ricordare come la metodologia didattica delle Sedi Scuola del CFS, secondo quanto disposto dai decreti attuativi dei singoli corsi di avanzamento in carriera, è articolata prevedendo:

- *lezioni frontali*: volte all'acquisizione delle conoscenze e delle abilità oggetto del corso, svolte in orario antimeridiano;

- *simulazioni di addestramento*: finalizzate ad un apprendimento di tipo pratico-operativo, sulle procedure e sui comportamenti da tenere nelle diverse situazioni di intervento trattate, sviluppate in orario pomeridiano;

- *esercitazioni interattive*: per consolidare l'apprendimento attraverso la sperimentazione pratica delle conoscenze apprese mediante la proposizione di casi di studio derivati dalla realtà. Gli scenari proposti agli allievi orbitano intorno alle più importanti attività istituzionale del corpo passando dalla realizzazione “Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi forestali di Carbonio” (INFC) sino alla perimetrazione delle aree percorse dal fuoco (RAPF) utilizzate dagli Enti Comunali per il censimento delle particelle catastali interessate dagli incendi e l'apposizione dei vincoli che la legge stabilisce.

Quello che ci prefiggiamo di illustrare in questo intervento è un modello di metodologia didattica che la Scuola ha sviluppato e applicherà da quest'anno accademico per sostenere la formazione dei giovani allievi. Il principio galileiano dell'osservazione della natura per la sua comprensione. Citando Galileo Galilei nell'opera Dialogo sopra i due massimi sistemi “Però, signor Simplicio, venite pure con le ragioni e con le dimostrazioni, vostre o di Aristotile, e non con testi e nude autorità, perché i discorsi nostri hanno da essere intorno al mondo sensibile, e non sopra un mondo di carta”.

2. Area di studio

L'area di studio ricade per intero nella Provincia di Rieti, provincia della Regione Lazio, che si estende su una superficie territoriale pari a 274.983 ha (circa 2750 km²) occupando circa il 16% della superficie totale regionale (DATI ISTAT, 2011).

La provincia di Rieti riveste, in confronto alle altre quattro province della regione, il primato per la provincia con la superficie forestale più estesa includendo una superficie forestale totale (Bosco + Altre terre boscate) di 163.410 ha coprendo quindi circa il 60 % del territorio provinciale vedi tabella n. 1 (Dati INFC).

In base a quanto sopra riportato si vuole solo ricordare come la superficie forestale è definita grazie alla realizzazione del secondo inventario forestale nazionale INFC2005 che ha visto l'impegno del personale del Corpo Forestale dello Stato in tutte le fasi di raccolta dati, dalla foto interpretazione ai rilievi al suolo.

Il sistema di classificazione di prima fase è stato caratterizzato da un lato dalla coerenza con la definizione di bosco adottata a livello internazionale dalla FAO con il protocollo FRA 2000 (UN-ECE/FAO, 1997; FAO, 2000) e, dall'altro, dalla corrispondenza quasi totale con il livello gerarchico più elevato della classificazione CORINE Land Cover (COMMISSIONE EUROPEA, 1993). Il supporto di telerilevamento utilizzato - cioè le ortofoto digitali in bianco e nero (datate fra il 2000 e il 2003) - non permetteva un'applicazione esaustiva della definizione di bosco, la quale si basa su soglie critiche dimensionali di estensione (5.000 m²), ampiezza (20 m), altezza media (5 m) e grado di copertura delle chiome (10%), in particolare per quanto riguarda la valutazione dell'altezza dei soprassuoli e la discrimina-

zione fra la copertura arborea e quella arbustiva. Sono inoltre inclusi nella definizione di Bosco i soprassuoli forestali giovani, anche se derivati da piantagione e le aree temporaneamente senza copertura per cause naturali o per l'intervento dell'uomo, ma suscettibili di ricostituire in breve tempo una copertura.

Il territorio interessato dal presente studio è stato suddiviso in tre sottoaree (Figura 1):

- Piana Reatina (n. 10 percorsi didattici);
- Cittaducale (n. 13 percorsi didattici);
- Terminillo (n. 3 percorsi didattici);

Sono stati individuati con le Sedi Scuola del CFS, Sede Principale di Cittaducale e Sede staccata di Rieti Aeroporto, i punti di partenza e di arrivo dei vari percorsi ad eccezione dei tre percorsi del Terminillo.

Sono stati tracciati n. 26 percorsi didattici nei quali vengono illustrate le caratteristiche del singolo percorso (lunghezza, orografia e profilo altimetrico, immagini in 3D, ecc.).

In ogni percorso sono stati evidenziati diversi punti di approfondimento culturale denominati Appendici in cui vengono descritte le singole caratteristiche stazionali (biotiche, climatiche, fitoclimatiche, idrografiche, ecologiche, geopedologiche, quota, esposizione, pendenza ecc) divisi in sette categorie a seconda della materia studiata, e in 190 sottocategorie a seconda del tipo di esercitazione pratica attuabile in loco:

- Categoria B (Botanica) con 58 Sottocategorie,
- Categoria D (Dendrometria) con 1 Sottocategorie,
- Categoria DI (Dissesto e Sistemazioni Forestali) con 34 Sottocategorie,
- Categoria E (Ecologia) con 37 Sottocategorie,
- Categoria F (Fauna) con 25 Sottocategorie,
- Categoria S (Selvicoltura) con 33 Sottocategorie,
- Categoria TC (Topografia e Cartografia) con 2 Sottocategorie.

In ogni punto di approfondimento culturale un ampio spazio è dedicato all'approfondimento della legislazione di settore e ad illustrare i diversi illeciti di natura amministrativa o di natura penale (FOCUS ILLECITI) che si possono configurare nella realtà oggetto di studio anche con compilazione di verbali (FAC-SIMILI) inerenti alla casistica esaminata.

A queste sette si deve aggiungere un'ottava categoria denominata Logistica (L) con ben 81 punti individuati su carta che assolve la funzione di recupero, assistenza e sosta dei discenti durante l'esercitazione.

In questo modo si dà la possibilità al docente di organizzare esercitazioni tematiche in diverse scenografie ambientali e creare così delle vere e proprie palestre operative per i forestali del futuro con focus specifici sui diversi illeciti ambientali che si possono configurare nello scenario presentato.

3. Metodologie e strumentazione

Al fine di raggiungere l'obiettivo preposto la Scuola ha organizzato delle squadre, composte esclusivamente da personale in organico presso le sedi della stessa, che hanno svolto in prima fase uno studio "desk" utilizzando diversi strumenti come quelli previsti dal cosiddetto il "Sistema SIM" e cioè: Servizi territoriali, Servizi ammi-

nistrativi, Servizi di consultazione.

Sono stati inoltre utilizzati i più moderni Sistemi Informativi Geografici liberi quali G.I.S. Open source (Geographic Information System), cioè sistemi informativi computerizzati che permettono l'acquisizione, la registrazione, l'analisi, la visualizzazione e la restituzione di informazioni derivanti da dati geografici (georeferenziati).

Sono state utilizzate cartografie tavolette IGM 1:25000 digitalizzate e georeferite.

Il sistema di riferimento globale utilizzato è il WGS 84 mentre il sistema di proiezione UTM fuso 33 nord con EPSG 32633. Sono stati inoltre usati i vari servizi OGC (Open Geospatial Consortium) WMS - Web Map-Service; WFS - Web Feature Service; WCS - Web Coverage Service, standard che sono stati ormai recepiti dalla direttiva europea INSPIRE.

Oltre a quanto sopra riportato si vuole evidenziare il grande apporto dato dal Sistema Informativo della Montagna che integra e rende fruibili informazioni messe a disposizione da amministrazioni ed enti diversi, e, tramite i propri sportelli, alimenta proprie basi informative che possono anch'esse essere messe a disposizione di altri enti/organismi.

Nel presente lavoro è stato indispensabile l'apporto del SIM specialmente nella consultazione del Fascicolo Territoriale per il rilievo degli incendi boschivi e non boschivi e per l'utilizzo del catasto terreni e le sue banche dati esterne (sister).

4. La metodologia didattica utilizzata su tre "percorsi didattici"

In ogni percorso viene esaminato un punto di approfondimento culturale in cui vengono analizzate le caratteristiche del percorso, caratteristiche stazionali ed inquadramento vincolistico, ipotesi di illecito amministrativo o illecito penale e successiva verbalizzazione.

4.1 Piana Reatina

Percorso n 2: PERCORSO AREE NATURALI PROTETTE

MONITORAGGIO E CONTRASTO ILLECITI AMBIENTALI (Figura 2, Figura 3).

CARATTERISTICHE DEL PERCORSO

NOME: Lago Lungo

DESCRIZIONE: Percorso didattico

DIFFICOLTÀ: Difficile

DURATA: 8 ore

U.O. INTERESSATE: logistico e vigilanza

VITTO: Pranzo al sacco

PARTENZA: SEDE STAC. RI

ARRIVO: SEDE STAC. RI

LUNGHEZZA: 25.318 m

LOCALITÀ: La Torretta, Colle Trullo Lago Lungo

COLLABORAZIONI ESTERNE: Riserva dei Laghi Lungo e Ripasottile

APPENDICE E 1

GEOLOGIA: Formazione: detriti e depositi alluvionali e fluvio-lacustri; spiagge attuali (Olocene)

Composizione: depositi alluvionali

Tipo materiale: depositi continentali

ECOPEDOLOGIA: Conche intermontane dei massicci carbonatici con materiale parentale definito da depositi Glaciali

AREE PROTETTE: Riserva Parziale Naturale (L.R. 94/85) di 3141,1220 ha, SITI NATURA 2000 (SIC e ZPS) direttiva CEE 92/43 – direttiva uccelli 74/409/CEE

VEGETAZIONE: Piante acquatiche sommerse, emerse, ninfeo, canneto, scirpeto, ifeto

TIPI FORESTALI: (ARPLazio CLC approfondimento a IV e V livello Corine Land Cover della Carta dell' Uso del Suolo), Bosco alveale e ripariale

FAUNA: Ittiofauna, anfibi e rettili, uccelli e mammiferi

FITOClima (FITO: 3): Termotipo collinare superiore (submontano); Ombrotipo umido superiore - Regione mesaxerica (sottoregione ipomesaxerica)

CLC 2006: Approfondimento III livello

Seminativi in aree non irrigue

SCHEDA TECNICA "GIORNATA FORMATIVA PRESSO IL LAGO LUNGO"

Allievi suddivisi in 3 Gruppi di massimo 35 discenti, così impegnati:

1° GRUPPO - "Lezione frontale" nel centro visite inerente l' Istituzione della Riserva, Aspetti naturalistici, ecologici, edafici. Vari riferimenti alla legislazione della Regione Lazio in materia del sistema aree naturali protette.

FOCUS SU ILLECITI:

Si ipotizza la costruzione di una struttura sprovvista di una delle autorizzazioni o valutazioni necessarie dato l'inquadramento vincolistico dell'area. (Legge Quadro n. 394/1991; D.P.R. 08 Settembre 1997 n. 357, C.P.)

Procedure di polizia giudiziaria :

Verbale di accertamento urgente sui luoghi art. 354 c.p.p.

Verbale di nomina di ausiliario di polizia giudiziaria art 348 4 c. c.p.p.

Rilievi fotografici dell'opera che saranno parte integrante del verbale redatto ai sensi art. 354 c.p.p (sono fondamentali per realizzare fascicolo fotografico).

Verbale di sequestro probatorio ai sensi dell'art.354 comma 2 c.p.p.

Verbale di sequestro preventivo eseguito ai sensi dell'art.321 comma 3 c.p.p.

Sommario informazioni testimoniali ai sensi dell'art 351 c.p.p

Verbale di presa in visione di atti e documenti e contestuale acquisizione in copia ex art 234, 235, 237, 348 c.p.p.

Verbale di identificazione ed elezione di domicilio dei soggetti interessati all'illecito (titolare ditta esecutrice, direttore lavori e proprietario del terreno) artt. 349 e 161 c.p.p.

2° GRUPPO - Attività di "Birdwatching ed Inanellamento dell'Avifauna" a cura degli operatori della Riserva Naturale dei Laghi Lungo e Ripasottile.

FOCUS SU ILLECITI:

Si ipotizza il ritrovamento, all'interno di un area boschiva di lacci e/o altri strumenti di cattura non consentiti dalle leggi vigenti (Legge n. 157/1992 D.P.R. 08 Settembre 1997 n. 357, C.P.)

Procedure di polizia giudiziaria (vedi focus illeciti 1° gruppo)

3° GRUPPO – Uso del "Guado" (*Isatis tinctoria* L.) come pianta tintoria.

Inquadramento vegetazionale dell'area della riserva "Le piante come indicatori ambientali".

LE FASCE TAMPONE BOScate IN AMBIENTE AGRICOLO (Tipologie e cure colturali)

Si ipotizzano due differenti tipologie di illecito (rifiuti, scarico abusivo)

FOCUS SU ILLECITI

Si ipotizza il rinvenimento di un area di circa 1000 mq con un ingente quantitativo di rifiuti speciali pericolosi e non pericolosi "Discarica abusiva". (Legge Quadro n. 394/1991; D.P.R. 08 Settembre 1997 n. 357, D.L.vo 03 aprile 2006 n. 152 ss.mm.ii, C.P.)

Procedure di polizia giudiziaria (vedi focus illeciti 1° gruppo)

FOCUS SU ILLECITI

Si ipotizza il rinvenimento di una condotta ,proveniente da un area industriale, che immette sostanze liquide particolarmente maleodoranti e colorate .(Legge Quadro n. 394/1991; D.P.R. 08 Settembre 1997 n. 357, D.L.vo 03 aprile 2006 n. 152 ss.mm.ii, C.P.)

Procedure di polizia giudiziaria (vedi focus illeciti 1° gruppo).

4.2 Cittaducale

Percorso n 12: PERCORSO ECOLOGIA FORESTALE SUCCESSIONE SECONDARIA E LA NORMATIVA CHE DISCIPLINA IL GOVERNO DEI BOSCHI (Figura 4, Figura 5, Figura 6).

CARATTERISTICHE DEL PERCORSO

Caratteristiche Stazionali: APPENDICE E 2

SCHEDA TECNICA "GIORNATA FORMATIVA ECOLOGIA FORESTALE E SELVICOLTURA".

Allievi suddivisi in 4 Gruppi di massimo 50 discenti, così impegnati:

1° GRUPPO - Lezione sulle successioni ecologiche e approfondimenti sulle diverse definizioni di BOSCO

FOCUS SU ILLECITI

Si ipotizza un abuso edilizio su ex seminativo (Catasto terreni "SISTER") in uno scenario di successione secondaria (ricolonizzazione di prati pascoli) (D.L.vo 22 gennaio 2004 n. 42, D.P.R. 06 giugno 2001 n. 380, C.P.)

Procedure di polizia giudiziaria (vedi focus illeciti 1° gruppo)

2° GRUPPO - Si ipotizza un incendio boschivo su ex seminativo in uno scenario di successione secondaria (ricolonizzazione di prati pascoli) (L. 21 novembre 2000 n. 353, D.L.vo 22 gennaio 2004 n. 42, C.P.)

FOCUS SU ILLECITI

Si ipotizza il rinvenimento di una un ordigno costituito da sigaretta con avvolti cinque fiammiferi e residui di candela parzialmente bruciata, in prossimità di un area boscata percorsa dal fuoco. Simulazione di Incendio: Direzione delle Operazioni di Spegnimento, Montaggio di vasca 5000 litri, Metodo delle Evidenze Fisiche e Indagini protocollo NIAB.

Procedure di polizia giudiziaria (vedi focus illeciti 1° gruppo).

3° GRUPPO - Lezione di Selvicoltura (dalla Selvicoltura classica a quella Sistemica Pianificazione Ecologica Forestale (PGAF)(D.L.vo 18maggio 2001 n. 227, D.L.vo 22 gennaio 2004 n. 42, C.P.) inoltre (Leggi, Regolamenti e Delibere Regionali)

FOCUS SU ILLECITI

In una faggeta invecchiata si ipotizza una utilizzazione boschiva priva delle previste autorizzazioni o in difformità con il progetto di taglio. Trasformazione di una forma di governo di un bosco (da fustaia a ceduo) senza autorizzazione

Procedure di polizia giudiziaria (vedi focus illeciti 1°gruppo).

4° GRUPPO - Analisi di una faggeta vetusta di Faggio. Pianificazione Ecologica Forestale (PGAF) (D.L.vo 18maggio 2001 n. 227, D.L.vo 22 gennaio 2004 n. 42, C.P.) inoltre (Leggi, Regolamenti e Delibere Regionali)

FOCUS SU ILLECITI

Si ipotizza la realizzazione di una strada dentro il bosco in zona sottoposta a vincolo paesaggistico. Strada forestale carrozzabile in assenza delle previste autorizzazioni

Procedure di polizia giudiziaria (vedi focus illeciti 1°gruppo)

5. Conclusioni

In conclusione tengo a precisare come tutto il materiale didattico sin ora illustrato è reso fruibile agli allievi, durante i corsi di formazione interna, tramite una piattaforma di e-learning propria della Scuola.

Si tiene comunque a precisare come tutto il materiale è a disposizione di tutto il mondo accademico e scientifico in genere che lo può richiedere per il conseguimento dei propri obiettivi o per la formazione dei propri discenti.

SUMMARY

Rational management of forests - Woodland management in accordance with current regulations - Didactic methodology supporting education in the State Forestry Corps schools

The State Forestry Corps (Corpo Forestale dello Stato) is a civilian police agency responsible for protecting Italy's agro-forestry heritage and environment (Law n. 36 of 6th February). The State Forestry Corps School provides education, training, updating and specialization for the personnel of the Corps as well as for the employees working for other government institutions, including the technical forestry services of other environmental agencies. The State Forestry Corps mainly operates in rural and mountain areas. A technical and scientific knowledge of the environmental issues is necessary to prevent and combat environmental crimes. The forest ranger has to know all legal regulations and apply them correctly. As for management forestry and all the human activities that take place or are related to forest, a specific technical and scientific education is required (i.e. environmental damage). The purpose of this presentation is to explain the teaching activities that the School has organized to train the forest rangers in this specific field. On the occasion of the forthcoming Deputy Inspector course (Corso Vice Ispettori) a handbook of outdoor training activities has been written. It consists of educational sections explaining different types of forest, woodland management and treatment in order to give the most complete framework for forestry in the Central Apennine area. Different subjects are described in this handbook: botany as well as forestry and dendrometry, with reference to the regulatory framework and the possible environmental damages connected.

The most innovated topographic instruments have been employed to measure, detect and graphically represent areas (QGIS, GPS, TERRASYNC, PATHFINDER). There are about 27 educational activities together with the explication of their realisation and I think this handbook could be helpful and stimulating also for other educational institutions, universities, etc.

Tabella 1. L'Inventario Nazionale delle Foreste e dei serbatoi forestali di Carbonio (INFC).

Distretto territoriale	PROVINCI			Superficie forestale totale (Ha)
	A	Bosco	Altre terre boscate	
Lazio	Viterbo	82 534	9 186	91 720
	Rieti	157 330	6 080	163 410
	Roma	138 124	18 996	157 119
	Latina	41 610	15 685	57 295
	Frosinone	124 287	12 028	136 315
TOTALE LAZIO				605 859 Ha



Figura 1. Tracciamento dei percorsi didattici.

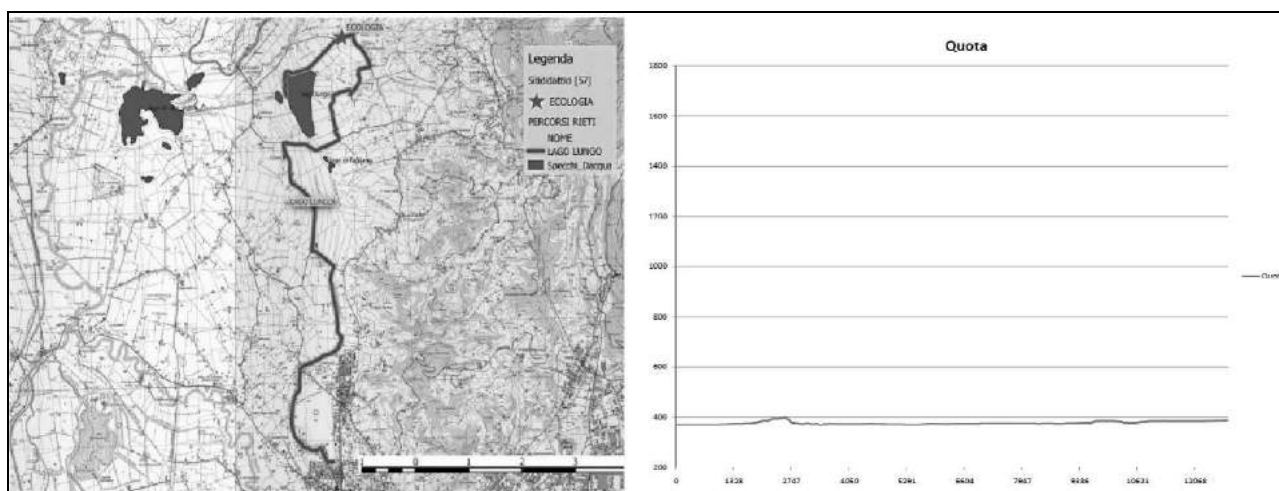


Figura 2. Immagine IGM e Profilo altimetrico.

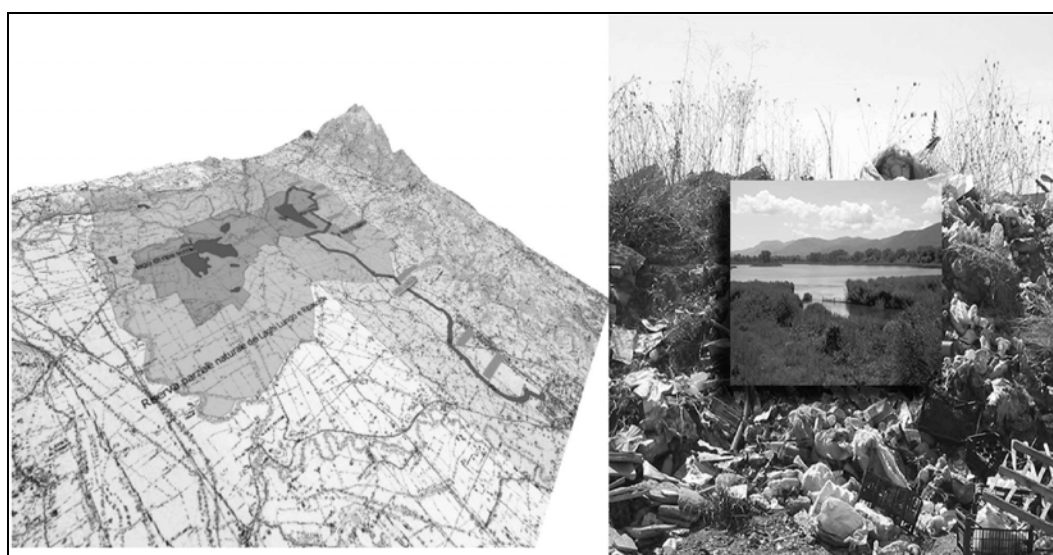


Figura 3. Immagine 3D e Caso studio, Caratteristiche Stazionali.

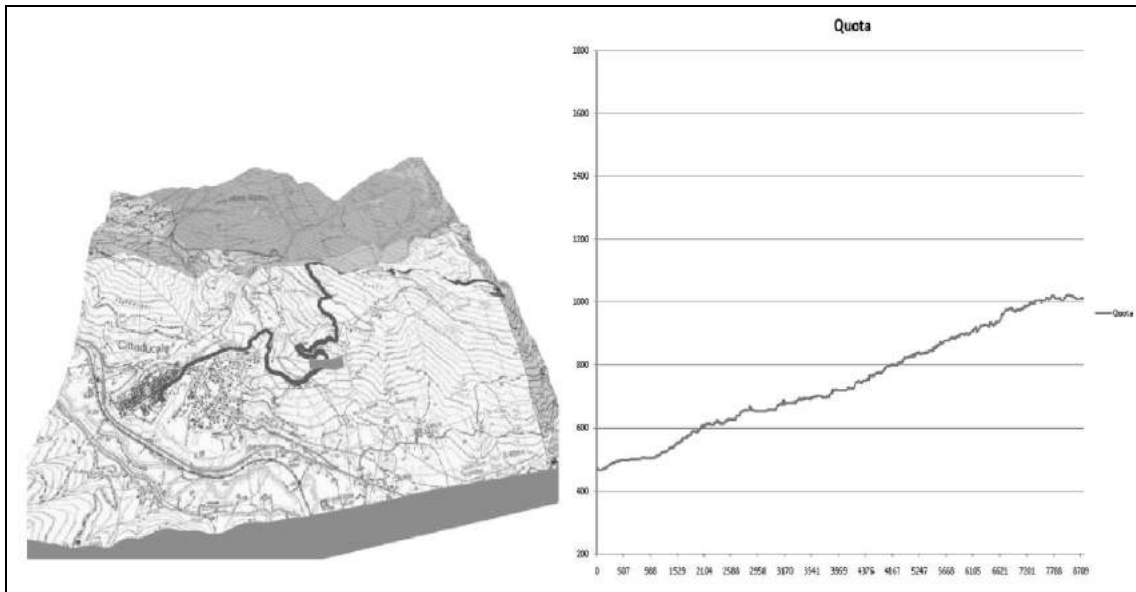


Figura 4. Immagine IGM 3D e Profilo altimetrico.

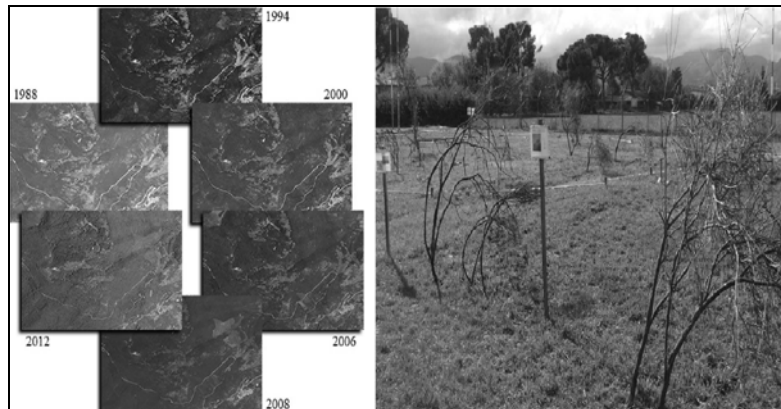


Figura 5. Immagine tipi forestali e Metodo delle Evidenze Fisiche.



Figura 6. Caso di studio.

BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

- D'Autilia U., Pennacchini F., Greco S., 2012 – *La Scuola del Corpo Forestale dello Stato il pensiero di una scuola una Scuola di pensiero*. Scuola del Corpo Forestale dello Stato, pp. 36-38.
- Gasparini P., Tabacchi G., 2011 – *L'inventario Nazionale delle Foreste e dei serbatoi forestali di Carbonio INFC 2005*. Edagricole, pp. 15-25, p.27, pp.132-149.
- Kolb A., 1984 – *Experiential Learning: experience as the source of Learning and Development*. Englewood Cliffs, NJ, Prentice Hall.
- <http://www.datiopen.it/>
- <http://www.portalecartografico.it/>
- <http://www.pcn.minambiente.it/GN/>
- <http://www3.istat.it/ambiente/cartografia/>

SESSIONE / *SESSION* 6

POSTERS

LA PUBBLICITÀ DEGLI INTERVENTI FORESTALI

Mirando Di Prinzio¹, Andrea Martini²

¹Studio forestale Di Prinzio, Campi Bisenzio (FI); studiodiprinzio@gmail.com

²Forestale libero professionista, Figline e Incisa Valdarno; andreamartinifor@libero.it

L'importanza di pubblicizzare gli interventi di taglio boschivo scaturisce dall'interesse che l'opinione pubblica mostra avere nei confronti del settore forestale. La non conoscenza desta allarmismi ingiustificati e prese di posizioni integraliste che connotano i tagli boschivi come esercizio di devastazione e deturpazione delle risorse naturali spesso definiti sbrigativamente disboscamenti.

Il lavoro illustra un protocollo operativo di informazione delle attività forestali svolte in ambito privato per definire opportune modalità di pubblicizzazione dei tagli. L'obiettivo è quello di integrare di contenuti più dettagliati l'attuale cartello di cantiere talvolta fatto oggetto di manomissioni con frasi di insulto agli addetti ai lavori. La pubblicità deve rispondere ad esigenze di conoscenza che dipendono dalla complessità del tipo di intervento forestale e per questo devono essere previsti più livelli di informazione di immediata e facile comprensione.

Esaminate le criticità di un taglio boschivo, dipendenti dalla posizione dell'area (a contatto o limitrofa a strade ad alta frequentazione, percorsi escursionistici o centri abitati) e dal numero di piante prelevate, si definiscono due macrotipologie di taglio boschivo per le quali le criticità degli impatti generati sono differenti e possono essere compresi e superati con specifica informazione.

1) Il taglio raso del ceduo e il taglio raso di fustaia con rinnovazione artificiale o naturale. Il taglio raso del ceduo, forma di trattamento antica e frequente, è spesso abbastanza conosciuta, grazie anche alla periodicità più breve rispetto ai tagli rasi di fustaia che possono invece rappresentare interventi eccezionali. Entrambi hanno in comune una immediata scopertura del suolo ed un elevato numero di piante abbattute. 2) Il taglio di diradamento, i tagli successivi e il taglio saltuario. Talvolta apprezzati perché percepiti come tagli di pulizia del bosco ed il numero limitato di piante tagliate non determina rilevanti variazioni estetiche del bosco che anzi, appare più fruibile. Tuttavia anche il prelievo di un limitato numero di piante di grosso diametro come nel taglio saltuario, è un elemento di elevata criticità.

Il pannello illustrativo studiato e realizzato, rappresenta il mezzo di comunicazione indiretta che si realizza in tre livelli di informazione. 1) Il primo livello, dato dalle fasi del ciclo di vita del bosco e la sua modalità di rinnovazione è riportato con iconografie che illustrano l'evoluzione del bosco oggetto di taglio dall'anno zero all'anno del turno e riporta la memoria storica dell'anno dell'ultimo taglio o della piantagione attraverso la citazione e raffigurazione di uno o più eventi della storia. 2) Il secondo livello riporta notizie di carattere economico e produttivo, occupazione generata ed utilità ed impiego dei prodotti. 3) Il terzo livello esalta gli aspetti tecnici dell'intervento con l'illustrazione di modelli di analisi spaziale, foto simulazione dei popolamenti prima e dopo l'intervento, modelli di tendenza evolutiva del bosco e documentazione fotografica.

Il ridotto contenuto di testi e l'ampio spazio dedicato alla lettura grafica ed iconografica, rende possibile diffondere l'informazione ad un pubblico variegato dando allo stesso la possibilità di partecipare ad eventi informativi e divulgativi diretti, realizzati all'interno dei cantieri.

Parole chiave: informazione, pannello pubblicitario, tagli boschivi.

Keywords: information, advertising panel, forest cut.

1. Introduzione

L'importanza di pubblicizzare gli interventi di taglio boschivo scaturisce dall'interesse che l'opinione pubblica mostra avere nei confronti del settore forestale. La non conoscenza desta allarmismi ingiustificati e prese di posizioni integraliste che connotano i tagli boschivi come esercizio di devastazione e deturpazione delle risorse naturali spesso definiti sbrigativamente disboscamenti.

2. Obiettivi

Il lavoro illustra un protocollo operativo di informazione delle attività forestali svolte in ambito privato per definire opportune modalità di pubblicizzazione dei tagli. L'obiettivo è quello di integrare di contenuti più dettagliati l'attuale cartello di cantiere talvolta fatto oggetto di manomissioni con frasi di insulto agli addetti ai lavori (Fig. 1). La pubblicità deve rispondere ad esigen-

ze di conoscenza che dipendono dalla complessità del tipo di intervento forestale e per questo devono essere previsti più livelli di informazione di immediata e facile comprensione.

3. Metodologia

Esaminate le criticità di un taglio boschivo, dipendenti dalla posizione dell'area (a contatto o limitrofa a strade ad alta frequentazione, percorsi escursionistici o centri abitati) e dal numero di piante prelevate, si definiscono due macrotipologie di taglio boschivo per le quali le criticità degli impatti generati sono differenti e possono essere compresi e superati con specifica informazione.

a) *Il taglio raso del ceduo e il taglio raso di fustaia con rinnovazione artificiale o naturale.*

Il taglio raso del ceduo, forma di trattamento antica e frequente, è spesso abbastanza conosciuta, grazie anche alla periodicità più breve rispetto ai tagli rasi di fustaia che possono invece rappresentare interventi eccezionali. Entrambi hanno in comune una immediata scopertura del suolo ed un elevato numero di piante abbattute.

b) *Il taglio di diradamento, i tagli successivi e il taglio saltuario.*

Talvolta apprezzati perché percepiti come tagli di pulizia del bosco ed il numero limitato di piante tagliate non determina rilevanti variazioni estetiche del bosco che anzi, appare più fruibile. Tuttavia anche il prelievo di un limitato numero di piante di grosso diametro come nel taglio saltuario, è un elemento di elevata criticità.

4. Risultati

Il pannello illustrativo studiato e realizzato, rappresenta il mezzo di comunicazione indiretta che si realizza in tre livelli di informazione.

1. Il primo livello, dato dalle fasi del ciclo di vita del bosco e la sua modalità di rinnovazione è riportato con iconografie che illustrano l'evoluzione del bosco oggetto di taglio dall'anno zero all'anno del turno e riporta la

memoria storica dell'anno dell'ultimo taglio o della piantagione attraverso la citazione e raffigurazione di uno o più eventi della storia.

2. Il secondo livello riporta notizie di carattere economico e produttivo, occupazione generata ed utilità ed impiego dei prodotti.

3. Il terzo livello esalta gli aspetti tecnici dell'intervento con l'illustrazione di modelli di analisi spaziale, foto simulazione dei popolamenti prima e dopo l'intervento, modelli di tendenza evolutiva del bosco e documentazione fotografica.

Si riportano alcuni esempi di elaborazione illustrata inserita nei pannelli pubblicitari del progetto.

Taglio raso del ceduo

La variazione della densità delle matricine all'interno di boschi cedui è illustrata tramite il processo di interpolazione di dati raccolti in aree di saggio ed estrazione di isolinea determinante il passaggio fra ceduo semplice e ceduo composto ai sensi del Regolamento Forestale della Toscana (Fig. 2 e Fig. 3)

Taglio raso di fustaia con rinnovazione naturale

La distribuzione per classi diametriche delle latifoglie presenti in un taglio raso di conifere con rinnovazione naturale illustrata nella Figura 4, modello di simulazione (Fig. 5) e documentazione fotografica ante e post intervento (Fig. 6, 7 e 8).

Conclusioni

Il ridotto contenuto di testi e l'ampio spazio dedicato alla lettura grafica ed iconografica, rende possibile diffondere l'informazione ad un pubblico variegato dando allo stesso la possibilità di partecipare ad eventi informativi e divulgativi diretti, realizzati all'interno dei cantieri.

Si riportano due cartelli realizzati e presentati al II° Congresso internazionale di selvicoltura – Firenze 26-29 novembre 2014 (Fig. 9).

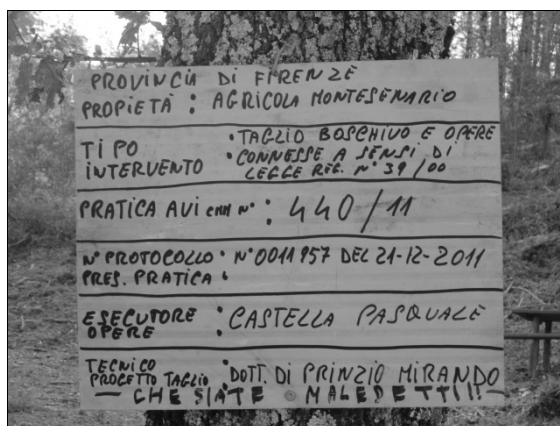


Figura 1. Manomissione di un cartello di cantiere.

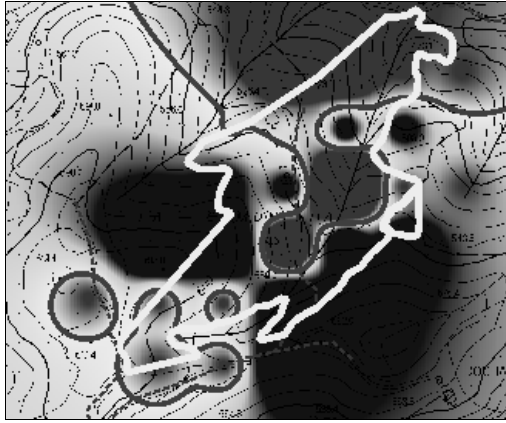


Figura 2. Densità e distribuzione delle matricine.

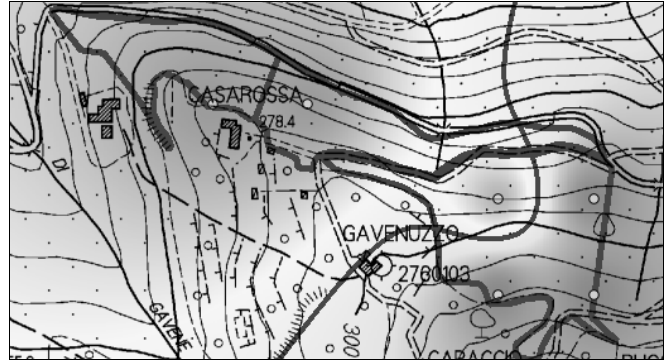


Figura 3. Copertura delle matricine.

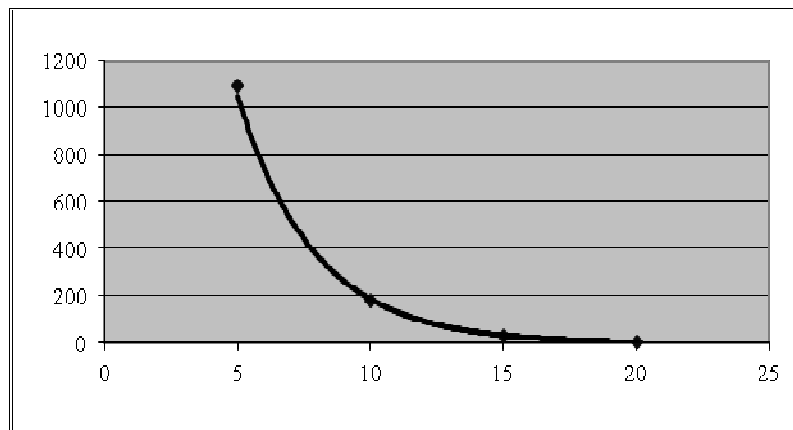


Figura 4. Grafico della distribuzione delle latifoglie per classi diametriche.

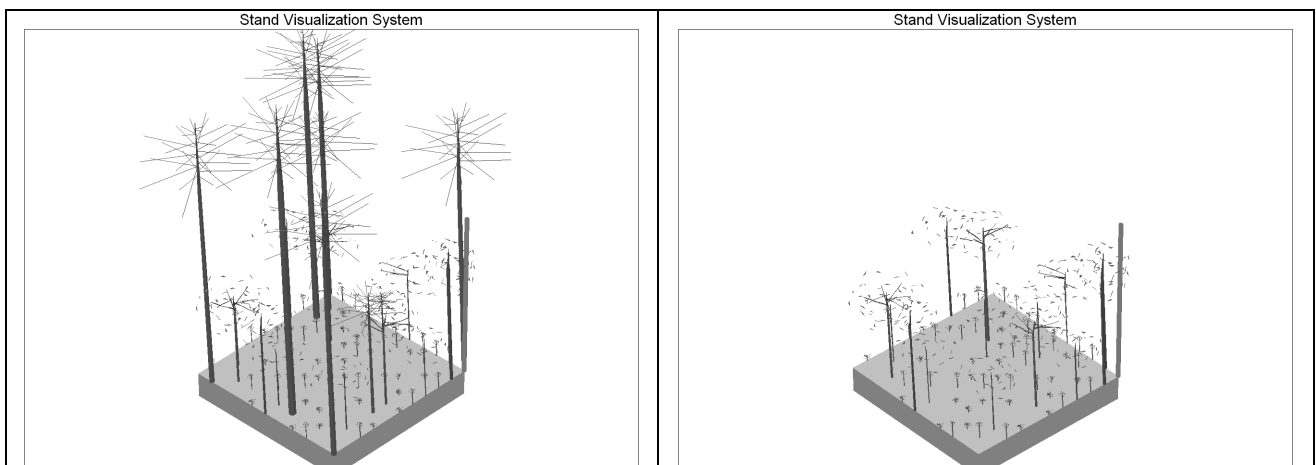


Figura 5. Modello di simulazione dell'intervento di taglio raso prima e dopo.



Figura 6. Documentazione fotografica del prima e dopo intervento.

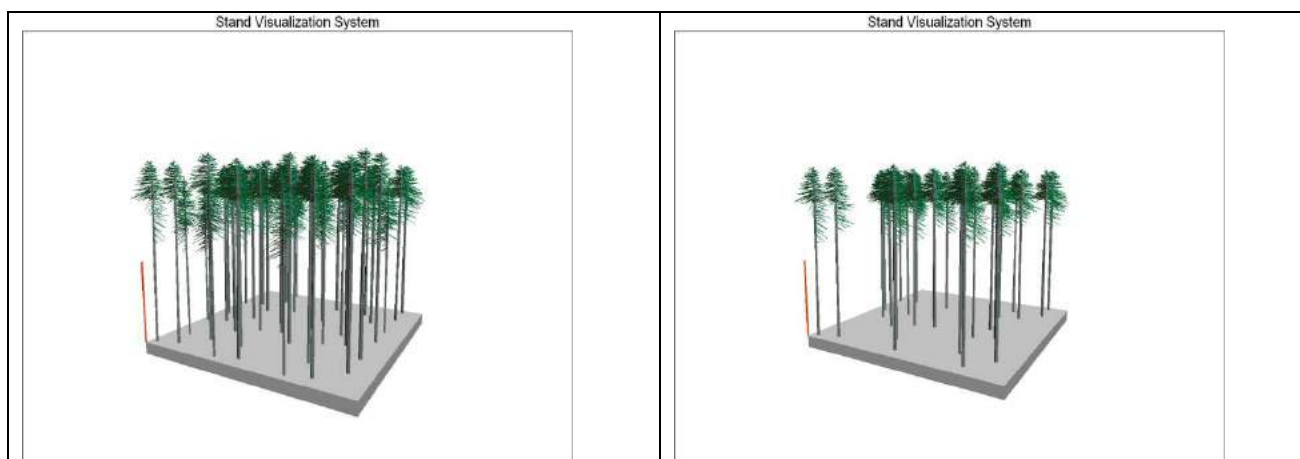


Figura 7. Taglio di diradamento Fustaia: modello di simulazione dell'intervento prima e dopo.



Figura 8. Taglio saltuario: documentazione fotografica del prima e dopo intervento.

Il Congresso Internazionale di Selvicoltura Progettare il futuro per il settore forestale - *The International Congress of Silviculture Designing the future of the forestry sector*
 Firenze, 26-29 Novembre 2014

ATTENZIONE !

LAVORI FORESTALI IN CORSO

IL BOSCO E' ANCHE UNA FONTE DI MATERIA PRIMA RINNOVABILE

DOTTORI FORESTALI PROFESSIONISTI HANNO ESAMINATO I BOSCHI DELLA PROPRIETA' E PROGETTATO INTERVENTI CHE CONSENTONO DI REALIZZARE PRODUZIONI DI MASSA LEGNOSA CONSERVANDO LA FUNZIONE NATURALISTICA, VENATORIA E RICREATIVA DI QUESTE FORESTE.

TIPO DI TAGLIO: Taglio saluato
 PROPRIETA': Azienda Agricola La Bastia srl
 RICHIEDENTE: Azienda Agricola La Bastia srl
 AUTORIZZATO DA: Ufficio Vincolo Idrogeologico Unione Comuni Montani Mugello
 RIFERIMENTO PRATICA: AVIUM n. 222/12
 PROGETTISTA: Dott. Forestale Mirando Di Prinzio Cell. 349 1253951
 ESECUTORE: Legnami Braochi snc
 Via Ampolla, 28/A - 38067 Ledro (TN)
 C.Fe P.I. 00370520223 Cell. 3485911972

L'INTERVENTO CONSISTE NEL TAGLIO PROPORZIONATO DI PIANTE GRANDI, MEDIE E PICCOLE E GARANTISCE L'ACCRESCIMENTO E LA PERPETUA RINNOVAZIONE DEL BOSCO IN MODO NATURALE E SPONTANEO. LO STESSO INTERVENTO POTRA' ESSERE RIPETUTO FRA CIRCA 10 ANNI.



IL BOSCO PRIMA DEL TAGLIO



IL BOSCO SUBITO DOPO IL TAGLIO

QUESTO BOSCO DI DOUGLASIA E' STATO PIANTATO DALL'UOMO NEL 1937 QUANDO LA PAGAGIORNALIERA DI UN BRACCIANTE AGRICOLO ERA DI 6 LIRE AL GIORNO, CIRCA 150 LIRE AL MESE E A ROMA VENIVA INAUGURATO IL GRANDE COMPLESSO DI CINCIETTA'. OGGI E' STATO CALCOLATO CHE IL LEGNAME RICAVATO DAL TAGLIO DI 10.000 M² DI QUESTO BOSCO SARA' IMPIEGATO PER LA COSTRUZIONE DI 5 CASE IN LEGNO DI SUPERFICIE 100 M², PIU' DI 1.000 BANCALI EPAL E 200 SACCHETTI DI PELLETT.

LA PUBBLICITA' DEGLI INTERVENTI FORESTALI

Di Pinzino M. e Martini A., 2014

Perché pubblicizzare gli interventi forestali?

Perché l'interesse dell'opinione pubblica verso il settore forestale è forte ma, sempre più spesso, la mancata conoscenza della finalità giustificata e precisa di politiche forestali che coinvolgono le attività produttive del settore forestale come esercizio di deviazione e destinazione delle risorse naturali.

E' per questo che abbiamo avvertito la necessità di proporre e sperimentare un protocollo operativo in grado di catturare il vento di informazione e divulgazione delle attività forestali svolte soprattutto in ambito privato. E' noto che l'aspetto negativo di un taglio boschivo è raggiunto quando più l'area del taglio risulta a contatto o vicina a strade ad alta frequentazione, percorsi escursionistici e centri abitati e la percezione riprovevole da parte dell'opinione pubblica aumenta quando l'estensione del taglio ed il numero di piante prelevate sono consistenti.

Quali sono le criticità insite ad un intervento di taglio boschivo?

Sono due le macrotipologie di tagli boschivi per le quali le criticità degli impatti generati sono differenti e possono essere comprese e superate con specifica informazione.

- Taglio rose del ceduo e taglio rose di foresta con rinnovazione artificiale o naturale: il taglio rose del ceduo è una forma di trattamento antica molto frequente e spesso anche abbastanza conosciuta, grazie anche alla periodicità più breve rispetto ai tagli rose di foresta, che possono invece rappresentarsi, in alcuni casi, interventi eccezionali. Tuttavia la tipologia di taglio foresta ha come una elevata copertura del suolo ad un elevato numero di piante abbattute.
 - Taglio di diramamento, tagli successivi e taglio saluato: sono interventi in molti casi apprezzati perché percepiti come tagli di "manutenzione" e/o di "pulizia" del bosco, il numero limitato di piante prelevate non dà luogo a rilevanti variazioni dell'aspetto esteriore del bosco che anzi, risultando più radi, appare più fruttile. Tuttavia anche in questi casi occorre tener presente che anche il prelievo di un limitato numero di piante di grosse dimensioni, come, ad esempio, può avvenire in un taglio saluato, può rappresentare un elemento di elevata criticità.

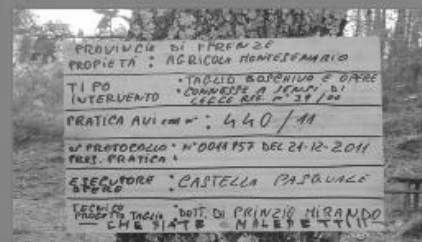
Quali le modalità di pubblicazione dei lavori forestali da adottare al fine di implementare di contenuti più dettagliati l'attuale cartello di cantiere?
 Come informare per far conoscere un determinato intervento forestale?

Mostriamo due casi reali di pubblicazione del taglio boschivo, sperimentati in cantieri forestali progettati e realizzati in Toscana, con l'aiuto del pannello informativo.

L'esperienza ha dimostrato che l'impatto generato da un taglio boschivo è generalmente accettato dall'opinione pubblica se supportato da una chiara e dettagliata descrizione delle varie fasi del ciclo di vita del bosco che si rinnova per via agamica, genetica ed artificiale.

Si sono rivelate utili, inoltre, le informazioni sul riflessi di carattere economico e produttivo quali il numero di addetti in lavoro e occupazione generata, attività ed impiego dei prodotti ottenuti nonché un richiamo ad un evento storico inaudibile all'epoca dell'ultimo taglio o dell'intervento antropico che ha originato il bosco.

In casi particolari il pannello può permettere la visualizzazione di modelli di analisi spaziale che aiutano a comprendere la struttura del bosco eppure grazie al simulazione del popolamento prima e dopo l'intervento, supportata da fotografie, mappe e documentazione fotografica multi temporale.



ATTENZIONE !

LAVORI FORESTALI IN CORSO

IL BOSCO E' ANCHE UNA FONTE DI MATERIA PRIMA RINNOVABILE

ACCURATE VALUTAZIONI AMBIENTALI E SOCIALI HANNO PERMESSO DI DESTINARE QUESTO APPEZZAMENTO ALLA PRODUZIONE DI LEGNA DA ARDERE

TIPO DI TAGLIO: Ceduo semplice
 PROPRIETA': Azienda Agricola Il Poggio
 RICHIEDENTE: Impresa boschiva Rossi Legnami
 AUTORIZZATO DA: Ufficio Vincolo Idrogeologico Provincia di Firenze
 RIFERIMENTO PRATICA: Prot. n. 10000 DEL 10/07/14
 PROGETTISTA: Dott. Forestale Andrea Martini Cell. 3380462861
 ESECUTORE: Impresa boschiva Rossi Legnami
 Via Martini n. 20 - 50066 Reggello (FI)
 P.Iva: 05435677345 - Cell. 3291234567

IL BOSCO CEDUO CORRETTAMENTE TAGLIATO SI RIGENERA SPONTANEAMENTE A PARTIRE DALLA PRIMAVERA SUCCESSIVA ALL'INTERVENTO



BOSCO CEDUO SUBITO DOPO IL TAGLIO



STESSA SUPERFICIE DOPO SOLO 3 ANNI

L'ULTIMO TAGLIO DI QUESTO BOSCO RISALE AL 1962 ANNO IN CUI AL CINEMA ESCO ET. DI STEVEN SPIELBERG. L'INTERVENTO ATTUALE PERMETTERA' L'IMPIEGO DI 60 GIORNATE LAVORATIVE

Studio Forestale Dott. For. Andrea Martini
 Corso Mazzini 108 - 50063 - Figline e Incisa Valdarno (FI)
 tel/fax: 0559 159333 - cell. 3380462861 - e-mail: andrea.martini@libero.it

Studio Forestale Dott. For. Mirando Di Prinzio
 Via S. Eufozzi 50 - 50013 Carmo (Firenze) (FI)
 tel/fax: 0555 272222 - cell. 3491253951 - e-mail: studiolo@prinzio@gmail.com

Figura 9. Cartelli realizzati e presentati al II° Congresso internazionale di selvicoltura – Firenze 26-29 novembre 2014.

OPTIMIZATION OF TIMBER HARVESTING USING GIS-BASED SYSTEM

Giovanni Pecora,¹ Luigi Todaro¹, Nicola Moretti¹

¹University of Basilicata SAFE School of Agriculture, Forestry, Food and Environmental Sciences, Potenza, Italia; giov.pecora@gmail.com

Modern GIS software allows users to create cartographic models and to make specific spatial analysis for different application fields, such as forest operation sector.

In the present study, a spatial analysis was carried out to analyze the territorial constraints (slope, hydrographic network and hydrogeological risk) of a forest that do not allow the transit of workers and machines during forest harvesting operations. Moreover, a forest road network analysis was made to quantify density per hectare of forest roads (m/ha), and to identify the accessibility of forests, flat land 20-25 (m/ha) and steep terrain 30-35 (m/ha).

The results showed that the spatial (spatial constraints) and infrastructure analysis (forest road network) were useful to create thematic maps that allowed forest company to choose the proper mechanization and harvesting systems in terms of productivity and profitability.

Keywords: GIS, spatial analyst, timber harvest, forest planning.

Parole chiave: GIS, analisi spaziale, raccolta legno, pianificazione forestale.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-gp-opt>

1. Introduction

In forest operation planning, several factors shall be considered for determining forest machinery and working systems to be used. Existing forest road network, operator's skills, available equipments for timber harvesting are factors that may be modified over time, while other conditions, such as cutting intensity, log size, and terrain features (slope and ground condition) are rather rigid or not modifiable (Civitarese *et al.*, 2006).

For ground features and for quantification of the road network assessment, it may be convenient to use high-tech systems such as GIS (Geographic Information System)

The spatial analysis on the forest through GIS software along with field and machinery characteristics survey may be used to optimize the work in forest.

There are many experiences within forestry sciences based on the management of digital territorial data through GIS software (Pira and De Natale, 1999) used to access road infrastructure network in the forest (Scrinzi *et al.*, 1999), not lacking experiences of three-dimensional visualization of the landscape (Civitarese and Pignatti, 2005), or forest exploitation (Cavalli and Lobello, 2005).

The basic requisite for correct management of a timber harvesting site in a forest area is the knowledge of suitability of the machine to be used in the various operations (Curro and Verani, 1990).

The time consumption of timber harvesting is studied for various reasons. The most typical task is to investigate the main factors affecting work productivity and to establish a base for cost calculations. Researchers may also have other reasons to conduct time studies. Accurate models

may be utilized in different kinds of simulations that aim to plan appropriate harvesting operation for optimizing machinery usage (Nurminen *et al.*, 2006).

The aim of this study was to combine previous spatial analysis with field survey to identify a suitable and efficient (in terms of time consumption, productivity and cost) harvesting system for timber extraction in mountainous forest.

2. Materials and Methods

2.1 Study site

The study site (Rifreddo forest) is a regional forest located in Basilicata region, South of Italy, between 40°36'1" N and 40°34'29" N latitudes and 15°47'50" E and 15°49'45" E longitudes. The elevation ranges from 760 to 1.200 m above sea level.

The natural vegetation is a deciduous forest with dominant species of turkey oak (*Quercus cerris* L.)

2.2 Spatial analysis

In this analysis, the following parameters were analyzed: forest accessibility (network road system) and road density (m/ha), slope of ground, hydrographic network (river presence) and hydrogeological risk.

The roads and the rivers were surveyed by Garmin GPS Montana 650 T and reported on GIS to be elaborated.

The presence/absence of rivers was scored (1/0) and each river was classified according to its length. Short (0-200 m), medium (201-400 m), and high (> 400 m) classes of length were defined.

The forest accessibility or/ and inaccessibility analysis was made by using Path Distance tool.

This analysis was carried out by relating the slope analysis and network road system analysis. Following

Hippoliti (1994), a buffer of 100 m was used as spatial parameter to identify the forest accessibility along both road sides. According to the author, a forest can be considered as accessible if served by roads to a height difference (hd) of 100 m. In the present study, this value was used to classify forest areas into three different classes: low - ($66 \text{ m} \leq \text{hd} < 100 \text{ m}$), medium - ($34 \text{ m} < \text{hd} \leq 65 \text{ m}$), and high-accessible ($\text{hd} \leq 33 \text{ m}$) forest areas.

The slope analysis was performed by using the DEM (Digital Elevation Model) at a 20 m resolution, which was processed by using the Spatial Analyst Tool "Slope", and reclassified according to Hippoliti's classification (1994): 0-20%, 21-40%, 41-60%, > 60%.

The hydrogeological risk analysis was conducted by using a reference layer downloaded from the website of Watershed Authority of Basilicata Region:

<http://www.adb.basilicata.it/adb/pStralcio/download.asp>.

The presence/absence of hydrogeological risk was scored (1/0), and each risk type was classified according to Watershed Authority classification, R1, R2, R3, and R4 (AUTORITÀ DI BACINO REGIONE BASILICATA, 2014).

Finally, all these analysis were used to identify suitability areas (Area 1, 2, 3 and 4) of forest machinery by using the Weighted Overlay tool, as showed in Figure 1.

2.3 Dendrometric analysis

The dendrometric data analysis was carried out to complete the forest utilization planning, in particular the choice of forest machineries, labor instruments and optimal work systems (harvesting systems).

A pilot inventory was done considering 6 sampling plots (radius 40 m), which confirmed the timber data from forest management plan. This forest was subjected to low cutting intensity (low thinning), which provided a timber extraction about 30 cubic meters per hectare for each extraction cycle, for firewood production.

2.4 Harvesting machinery choice and field survey

The spatial analysis was carried out to choice the most suitable machinery for each forest area. Among the machineries in supplied of forest company the following ones were chosen in according to their characteristics of use.

For Area 1 and 2 a wheeled tractor equipped with front and back three-pronged attack (Landini 7880 DT, 55 Kw) was used, on medium slope with one cage, on low slope with two cages. A crawler tractor with one cage on steep slope (Fiat 605 C, 45 Kw) was used for Area 3. The time consumption, productivity and cost of harvesting was calculated for each forest area.

The machinery costs (€/h) were directly collected through interviews to forestry owner to calculate the total cost of timber harvesting (€). The harvesting element times included empty travel, timber loading,

load travel, unload travel, timber unloading and technical delay. For each travel, were measured the distance (m) and time (min) of harvesting from timber concentration point to the storage square, and machinery productivity (t/h). Finally, it was calculated the effect of harvesting distance on harvesting time.

2.5 Statistical analysis

A linear regression analysis was used to describe the relationship between distance and time harvesting for each forest area.

3. Results and discussions

3.1 Spatial analysis

The analysis showed that the road density of flat land was 68.8 m/ha, and 64.3 m/ha for steep land, and whole forest was divided in 4 areas, A1 (Area 1, 32 ha, 19%), A2 (Area 2, 109 ha, 64.6%), A3 (Area 3, 28 ha, 16.3%), A4 (Area 4, 0.24 ha, 0.1%), the fourth wooded area, although small, resulted totally impracticable, as showed in Figure 1.

3.2 Field analysis

The field analysis confirmed that, for low thinning, the harvesting cost was very high (44,072 €), as showed in Table 1. For this reason, a preventive spatial analysis may allow the forestry owner to know the real territorial conditions before starting the forest work in order to optimize the time consumption, forest mechanization and economic competitiveness of forest utilization, still "weak link" of supply chain forest (Baldini *et al.*, 2006). The daily productivity for all the machinery was 46.5 t/d, whereas the total number of days needed to harvest the timber in whole forest was 502.62. The machinery productivity is usually influenced by empty travel and loaded travel that dominate the time cycle of forest operations (Gilanipoor *et al.*, 2012). The effect of harvesting distance on harvesting time for each forest area are shown in Figures 1, 2, and 3. For all the areas, there was a positive relationship between the variables. However, the A3 was characterized by the lowest R square value (0.62). This result may be due to time of dumping and load timber, as well as to a significant presence of natural obstacles.

4. Conclusions

Our results indicate that a preliminary spatial analysis could provide forest companies with effective guidelines for improving mechanization of forest harvesting. In particular, the analysis may be useful in helping forest companies to choice the most suitable systems in relation to different territorial conditions. Ultimately, GIS tools combined by field survey may lead to optimize the work in forest (woodcutter work).

Table 1. Total cost estimation for timber harvesting for each area.
 Tabella 1. Stima del costo totale per l'esbosco per ogni area.

Forest area		Harvesting machinery		Biomass analysis				Cost analysis		
Code	Surface (ha)	Type	Power (Kw)	Yield per hour (t/h)	Yield per day (t/d)	Total day (d)	Total biomass (t)	Cost per hour (€/h)	Cost per day (€/d)	Total cost (€)
A 1	32	Crawler tractor with 1 cage	45	1.3	9.7	91.7	95.4	12.5	94	89,44
A 2	109	Tractor with 2 cages	55	3.5	26.3	116.2	325.2	11.5	86	28,049
A 3	28	Tractor with 1 cage	55	1.4	10.5	73.3	82.1	11.5	86	7,079
<i>Total</i>	<i>169</i>	-	-	<i>6.2</i>	<i>46.5</i>	<i>281.2</i>	<i>502.7</i>	<i>35.5</i>	<i>266</i>	<i>44072</i>

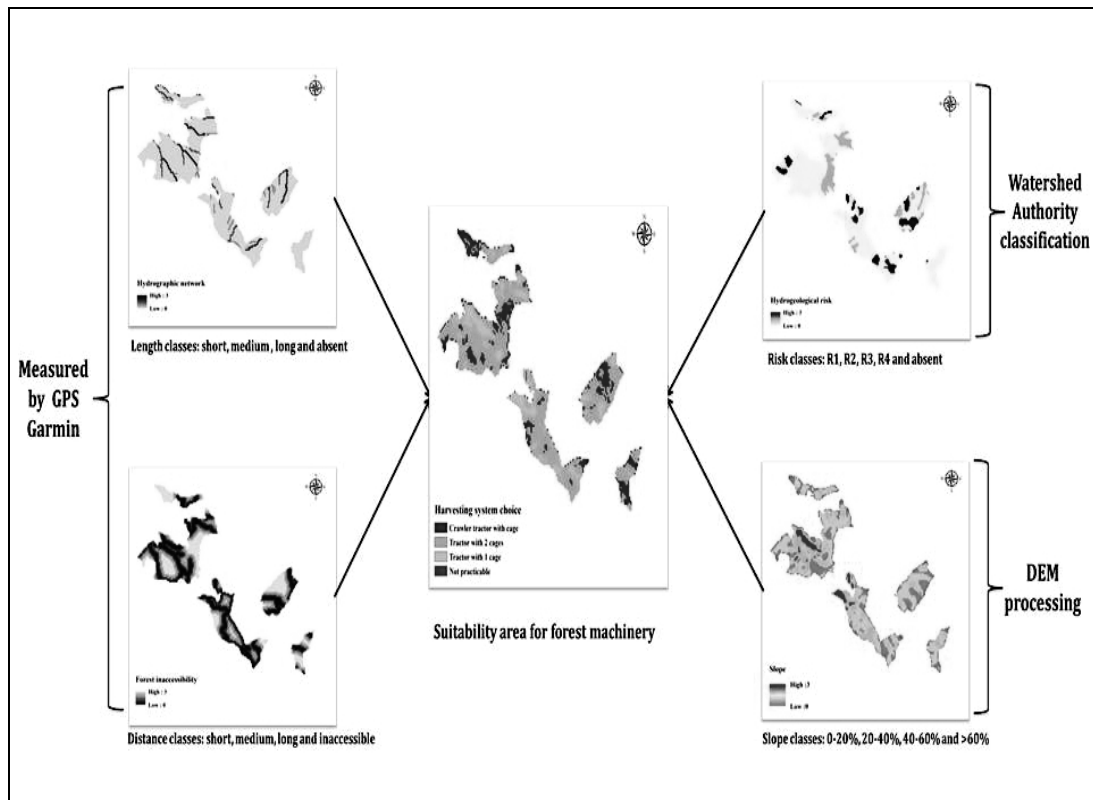
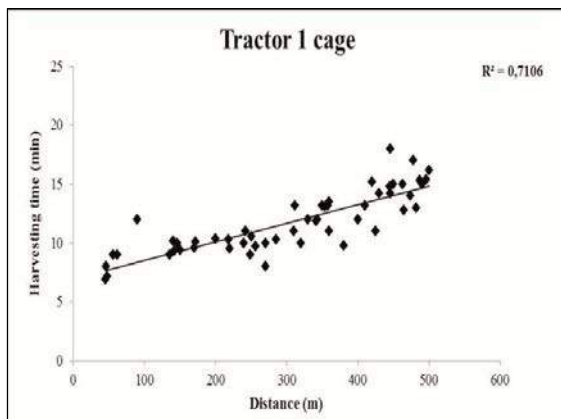
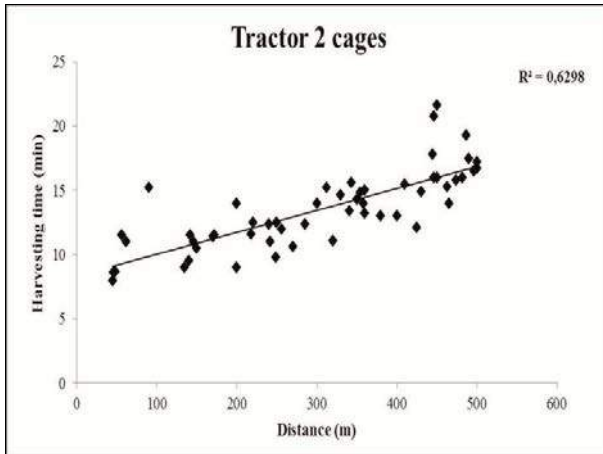


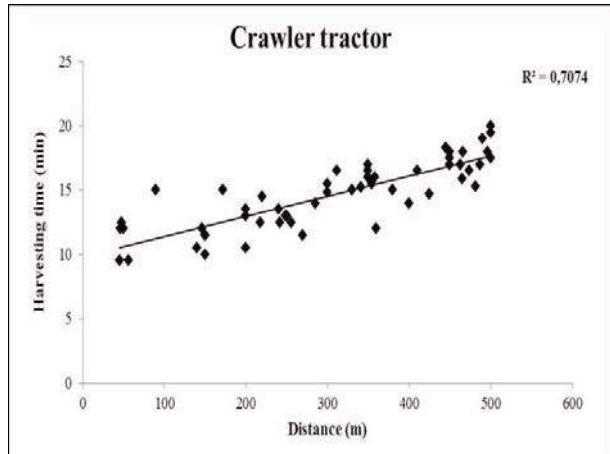
Figure 1. Suitability area for forest machinery.
 Figura 1. Zona d' idoneità per le macchine forestali.



Graph 1. Effect of distance on harvesting time, tractor 1 cage.
 Grafico 1. Effetto della distanza sul tempo di raccolta, trattore 1 gabbia.



Graph 2. Effect of distance on harvesting time, tractor 2 cage.
Grafico 2. Effetto della distanza sul tempo di raccolta, trattore 2 gabbie.



Graph 3. Effect of distance on harvesting time, crawler tractor.
Grafico 3. Effetto della distanza sul tempo di raccolta, trattore cingolato.

RIASSUNTO

Ottimizzazione della raccolta di legname mediante GIS

I moderni software (GIS) usati per creare cartografie permettono di effettuare analisi territoriali ben specifiche in differenti campi di applicazione, come quello forestale in particolare nel comparto delle utilizzazioni forestali.

Nel presente lavoro è stata effettuata un'analisi spaziale per analizzare i vincoli territoriali (pendenza, reticolo idrografico e rischio idrogeologico) di una foresta che non permettono il transito degli operatori e delle macchine forestali durante le operazioni di raccolta del legname. Inoltre, è stata analizzata la viabilità forestale per quantificare la densità per ettaro delle strade forestali ad ettaro (m/ha) e per identificare l'accessibilità delle foreste, per terreno pianeggiante 20-25 (m/ha) mentre per terreno ripido 30-35 (m/ha).

I risultati hanno mostrato che l'analisi spaziale (vincoli spaziali) e analisi delle infrastrutture (rete viaria forestale) sono state utili per creare mappe tematiche che hanno permesso alla impresa forestale la meccanizzazione appropriata e i sistemi di esbosco in termini di produttività e di redditività.

REFERENCES

Autorità di Bacino Regione Basilicata, 2014 – *Piano Stralcio per la Difesa dal Rischio Idrogeologico*. Cap. 4, pp 162-163. <http://www.adb.basilicata.it/adb/pStralcio/download.asp>.

Baldini S., Picchio R., Laudati, G., 2006 – *Indagini sulle*

utilizzazioni forestali degli ultimi 50 anni nell'Italia centro-meridionale. *Silvae*, 4: 189-212.

Cavalli R., Lubello D., 2005 – *Pianificazione delle utilizzazioni in boschi abbandonati*. *Alberi e territorio*, 2 (10/11): 20-25.

Civitarese V., Pignatti G., Verani S., Sperandio G., 2006 – *Pianificazione delle operazioni di esbosco in un ceduo*. *Forest@* 3 (3): 367-375. [online] URL: <http://www.sisef.it/>.

Civitarese V., Pignatti G., 2005 – *Visualizzazione tridimensionale del paesaggio per la pianificazione forestale*. *EM Linea Ecologica*, 37 (5): 23-27.

Curro P., Verani S., 1990 – *On the maximum skidding output of the "Timberjack 380" forest tractor*. *Journal of Forest Engineering*, 1: 35-39.

<http://dx.doi.org/10.1080/08435243.1990.10702617>

Gilaniipoor N., Najafi A., Heshmat Alvaezin S.M., 2012 – *Productivity and cost of farm tractor skidding*. *Journal of Forest Engineering*, 58: 21-26.

Hippoliti G., 1994 – *Le utilizzazioni forestali*. Editrice CUSL, Firenze. pp. 19-20, 22, 85-89, 92-96.

Nurminen T., Korpunen H., Uusitalo, J., 2006 – *Time consumption analysis of the mechanized cut-to-length harvesting system*. *Silva Fennica*, 40 (2): 335-363. <http://dx.doi.org/10.14214/sf.346>

Pira G., De Natale F., 1999 – *La gestione dei dati digitali territoriali nell'attività forestale. Alcune esperienze di programmazione come integrazione nell'uso dei GIS*. *Dendronatura* 2/99, Associazione Forestale del Trentino, Trento, pp. 34-37.

Scrini G., Picci M., Floris A., 1999 – *Analisi in ambiente GIS per la valutazione del grado di infrastrutturazione viaria delle aree forestali*. *Dendronatura* 2/99, Associazione Forestale del Trentino, Trento, pp. 63-73.

SESSIONE / *SESSION* 6

ABSTRACTS

LA FORMAZIONE PROFESSIONALE PER GLI OPERATORI DEL SETTORE FORESTALE IN ITALIA – PROPOSTA DI LINEE GUIDA PER IL PERIODO DI PROGRAMMAZIONE 2014-2020

Raoul Romano¹, Paolo Cielo², Valerio Motta Fre³, Pierpaolo Brenta^{4*}, Gianluca Gaiani^{5*}, Enrico Marchi^{6*}
Paolo Mori^{7*}, Fabio Pesce^{8*}

¹Osservatorio Foreste, Istituto Nazionale di Economia Agraria, Roma; romano@inea.it

²Efesc Italia Onlus, Torino

³Regione Piemonte - Direzione Opere Pubbliche, Difesa del Suolo, Economia Montana e Foreste - Settore Foreste, Torino

⁴Istituto per le Piante da Legno e l'Ambiente S.p.A., Torino

⁵Regione Lombardia - Ente Regionale per i Servizi all'Agricoltura e alle Foreste, Milano

⁶Dipartimento di Gestione dei Sistemi Agrari, Alimentari e Forestali, Università di Firenze

⁷Compagnia delle Foreste s.r.l., Arezzo

⁸Fortea, 7 avenue Debourg, allée K, Lyon (FR)

*Aderente a Efesc Italia Onlus

Parole chiave: formazione professionale, operatore forestale.

Keywords: professional training, forest operator.

La formazione professionale degli operatori e delle imprese boschive è uno dei principali fattori su cui intervenire per migliorare la competitività ma soprattutto la sicurezza e la qualità degli interventi selvicolturali. Senza operatori e imprese professionalmente competenti non si può fare buona selvicoltura.

L'offerta formativa nel settore delle professioni forestali è stata sviluppata secondo tempi e modalità diversificate nelle diverse regioni italiane e, quindi, in modo disomogeneo sul territorio nazionale. Solo in alcune regioni si è concretizzata la possibilità di avere, conformemente alle direttive della politica comunitaria e nazionale, un'offerta formativa professionale caratterizzata da regole semplici e condivise. Ciò ha assicurato da una lato un livello qualitativo adeguato dell'offerta formativa capace di rispondere ad effettive esigenze del settore, dall'altro la trasmissione di competenze e professionalità teorico-pratiche necessarie per rispondere efficacemente alle necessità di competitività e sviluppo del settore, alla salvaguardia dell'ambiente e dei boschi e all'evoluzione degli aspetti normativi nazionali ed europei. In altre aree del Paese, invece, la formazione professionale forestale è rimasta indietro rispetto alle nuove sfide che interessano il settore in relazione alle trasformazioni socio economiche nazionali ed internazionali.

Per questo motivo, se l'attività selvicolturale nel nostro paese vuole essere al passo con i tempi, adeguata alle necessità di oggi e pronta a rispondere alle esigenze del futuro, necessita di maestranze e imprese adeguatamente formate sulla base di linee comuni a livello nazionale, che possano contribuire a mettere a frutto le potenzialità del settore, rimaste finora in larga parte inespresse.

In questa prospettiva, il Gruppo di Lavoro Foreste della Rete Rurale Nazionale insieme all'EFESC Italia Onlus e ai soggetti ad essa associati, in collaborazione con il Settore Foreste della Regione Piemonte, nell'ambito delle attività di supporto per una efficace attuazione delle politiche di sviluppo rurale nel prossimo periodo di programmazione 2014-2020, ha ritenuto opportuno proporre un documento di lavoro a supporto delle Autorità di Gestione. Il testo promuove il riconoscimento e la valorizzazione delle figure professionali che operano in un settore con grandi potenzialità di crescita. Il documento fornisce indicazioni utili per l'attuazione della misura "Trasferimento di conoscenze e azioni di informazione" (art.14 - cod. 1 Reg. UE n. 1305/2012). Nel dettaglio si individuano, nel contesto nazionale della politica comunitaria, le caratteristiche minime del percorso formativo necessarie per il profilo professionale dell'operatore forestale. Il documento si basa sull'analisi del quadro aggiornato della formazione professionale forestale a livello europeo e sulle migliori pratiche condotte a livello nazionale.

Forest vocational training in Italy. Proposed guidelines in application of European RDP funding 2014-2020

Professional training of forest operators and enterprises is a key factor for improving competitiveness, safety and quality of forest logging operations. Without increasing efficiency, effectiveness and skills of forest operators, it is not possible to reach the professional level required by modern silviculture.

Forest operation training has been developed in different ways and times within each Italian region, thus highlighting an unevenly training level throughout the country. Only in few regions, professional training has been developed according with the directives of national and EU policy, thus assuring the theoretical and practical skills required to effectively approach the needs of: improving the sector competitiveness and development; reducing environmental impacts; increasing health and safety of forest operators. In other parts of Italy, professional forestry training is still missing or irregularly organized, thus clashing with the national and international socio-economic, environmental, and ergonomic transformations and needs.

Modern silviculture should respond to the current needs of society, look at the future of forest and environment, and require professional operators and companies, which are properly trained and able to overrun the hurdles limiting the

development of the sector. To fill this gap, a working group organized by the National Rural Network Forestry and EFESC Italy Onlus, in collaboration with the Forestry Sector of the Piedmont Region, produced a working document to support the Managing Authorities and sustain the effective implementation of rural development policies for the next programming period 2014-2020. The document promoted the recognition of a trained forest operator and provided suggestion for the implementation of the “Knowledge transfer and information actions” measure (art. 14 - cod. 1 EU Reg. N. 1305/2012). In detail, the minimum training activities required for professional forest operators were identified, taking into consideration the national context of EU policy, the forest operator training developed at the European level, and the best practices implemented at national level.

IL CAPITALE CULTURALE E NATURALE IN SELVICOLTURA: CREARE CONSENSO ATTRAVERSO AZIONI DI COMUNICAZIONE, SENSIBILIZZAZIONE E COSTRUZIONE DI CAPACITÀ

Fabio Salbitano¹

¹GESAAF, Università degli Studi di Firenze, Firenze, Italy; fabio.salbitano@unifi.it

Negli ultimi decenni, si è registrato un sorprendente aumento nel numero e nel tipo di attori che manifestano interesse sulle foreste e che, direttamente o indirettamente, influenzano le decisioni relative al settore forestale. Dalla Conferenza di Rio nel 1992, le discussioni e le decisioni sulle foreste e la selvicoltura non possono più essere limitate ai partner tradizionali: le foreste, direttamente o indirettamente, appartengono a tutti gli esseri umani come l'aria, l'acqua, il suolo e il paesaggio. Il processo di adozione delle foreste quali simboli primari della natura sta influenzando profondamente la selvicoltura, la pianificazione territoriale e la gestione degli ecosistemi. Infine, la realtà drammatica dei cambiamenti globali sta facendo emergere nuove percezioni e consapevolezza sui ruoli interattivi nell'ambito della gestione e delle utilizzazioni forestali, nonché sul significato e l'importanza dei prodotti forestali.

La voce autorevole di una vasta gamma di portatori di interesse, insieme ai rapidi cambiamenti politici, sociali ed economici che si sono succeduti nel corso degli ultimi decenni, hanno portato ad un cambiamento sostanziale del tradizionale paradigma di gestione forestale.

Parallelamente, i cambiamenti nel mondo della selvicoltura, inclusa la crescente preoccupazione per la gestione sostenibile e l'attenzione per i molteplici prodotti (legnosi e non legnosi) e servizi ecosistemici, richiedono in modo sempre più urgente l'adozione di processi che coinvolgano la molteplicità di portatori di interesse per raggiungere il consenso sulle questioni inerenti la gestione forestale.

La comunicazione e la crescita di consapevolezza sono processi aperti che coinvolgono un ampio spettro di attori i cui ruoli sono intercambiabili di volta in volta. I tecnici forestali, i progettisti, i pianificatori, l'arena politica e i responsabili delle decisioni spesso non hanno una adeguata formazione sia sulla foresta che sulle tecniche di comunicazione, educazione e promozione della gestione forestale. Appare quindi sempre più necessario promuovere la costruzione di capacità a vari livelli di portatori di interesse e coinvolgere esperti di comunicazione, formazione e gestione dei conflitti sui temi della selvicoltura e delle infrastrutture verdi. Secondo questo quadro, i processi di capacity building applicati alle questioni forestali sono inseriti nell'ambito della gestione della complessità e richiedono un approccio multi-settoriale e multi-disciplinare. Lo sviluppo di capacità può essere visto in base a tre livelli di azione. Il livello Istituzionale riguarda la sensibilizzazione e i programmi di educazione permanente specificamente rivolti ai responsabili delle decisioni. Un secondo livello, lo sviluppo di capacità tecniche, deve comprendere non solo i problemi di gestione delle foreste, ma anche la conoscenza degli aspetti culturali e sociali coinvolti nella gestione delle foreste e del paesaggio, nonché la comprensione dei processi di comunicazione, delle strategie e degli strumenti collaborativi e partecipativi. Il rafforzamento delle capacità a livello di Comunità necessita altresì di strumenti educativi e di comunicazione robusti armonizzati in una strategia globale volta a creare un consenso condiviso sulle questioni forestali. A questo riguardo verranno presentati alcuni esempi di processi multi-stakeholder e di comunicazione per sottolineare il ruolo strategico della sensibilizzazione e della costruzione di capacità nel settore forestale. Dopo una panoramica sul quadro strategico europeo (Strategia UE per le foreste; Strategia Europa 2020 per la crescita intelligente, sostenibile e solidale; Iniziativa Europea per favorire l'occupazione verde; Strategia Europea per le infrastrutture verdi), saranno analizzate alcune iniziative ed azioni a livello nazionali e regionali al fine di mettere in luce i momenti di forza e di debolezza degli approcci attuali e di individuare le linee guida le lezioni per il prossimo futuro.

Cultural and natural capital in forestry: reaching consensus via communication, awareness raising and capacity building

In the last decades, there has been an astonishing increase in the number and type of partners showing an interest and holding a stake regarding the decisions about forest and so influencing the forestry issues. Since the Earth Summit in

1992 at Rio, discussions on forests and forestry can no longer be limited to the traditional partners: forests either directly or indirectly, belong to all human beings as air, water, soil, and landscape. This process of adopting the forests as icons of nature is deeply influencing forestry and land use planning and management. Finally, the discussion on global changes is driving new perceptions and awareness about the interactive roles of people about forest, forest operations and products.

The strengthening voice of a wide range of forest stakeholders, together with the rapid political, social and economic changes that have been evident over the last few decades, have fundamentally challenged the traditional forest management paradigm.

In parallel, changes in the world of forestry, including increasing concern for sustainable and more diversified management of forest ecosystems encompassing wood and non-wood products and ecosystem services, are raising the need of adopting multi-stakeholders processes to reach the consensus on forest management issues.

Communication and awareness raising are open processes involving a broad spectrum of actors whose roles are interchangeable from time to time. Foresters, designers, planners, policy makers and decision takers often lack adequate training on forest issues and on the techniques of communication, education and promotion of forest management. It therefore seems increasingly necessary to promote capacity building at various levels of stakeholders and to involve experts in communication, education and conflict management on issues of forestry and green infrastructure. According to this picture the processes of capacity building applied to the forest questions deal with complexity and require a multi-sectoral approach. Capacity building can be seen according to three levels of action. The Institutional level concerns the awareness raising and lifelong learning programmes specifically addressed to policy makers and decision takers. The technical capacity building might incorporate not only forest management issues but also cultural and societal knowledge as well as understanding of communication processes and collaborative approaches. The Community capacity building needs robust education and communication tools framed in a overall strategy of reaching consensus on forestry issues.

Reflections and examples about multistakeholders processes in capacity building and communication will be presented to stress the strategic role of awareness raising and capacity building in forestry. After an overview on the European strategic framework (European strategy 2020 on smart, sustainable and inclusive growth is; the “Green Employment Initiative: tapping into the job creation potential of the green economy”; the Green Infrastructure Strategy), national and regional actions will be analysed to highlight the strength and weaknesses of the current approaches and to enucleate lessons for the next future.

UN MODELLO PER LO SVILUPPO DELL'INNOVAZIONE IN SELVICOLTURA: IL DOTTORE AGRONOMO E IL DOTTORE FORESTALE QUALE “INNOVATION BROKER”

Andrea Sisti¹, Carmela Pecora¹

¹CONAF, Consiglio Nazionale dottori Agronomi e dottori Forestali

Se è vero che i boschi rappresentano una delle componenti economiche di maggiore rilevanza con circa il 36% di superficie nazionale occupata, è pur vero che tale settore si è progressivamente depauperato a causa dello spopolamento delle aree rurali, e conseguente abbandono delle attività di gestione e coltura dei boschi.

Nonostante ciò, ancora oggi la filiera legno rappresenta una importante realtà produttiva ed occupazionale per il Paese, che necessita però di politiche di settore più efficaci, volte all'aggregazione di filiera, alla più specifica formazione professionale degli operatori, e al trasferimento dell'innovazione, con il fine ultimo di rendere tale settore più competitivo.

In coerenza con il PQSF (Programma Quadro per il Settore Forestale 2009-2019) e con le diverse direttive comunitarie di settore, il CONAF, per il tramite della capillare rete dei suoi iscritti, intende sostenere concretamente l'intero comparto, consapevole di poter svolgere un ruolo chiave per il miglioramento della conoscenza, ed il trasferimento della ricerca e dell'innovazione alle imprese dell'intero comparto forestale.

Sebbene vi siano state e vi siano valide e lungimiranti iniziative, le stesse non sono mai state divulgate in maniera efficace, ovvero sono spesso mancate iniziative da parte delle istituzioni pubbliche, ma anche di quelle private, tali da rendere fruibile il flusso delle informazioni, unitamente ad un bassissimo livello di cooperazione all'interno della filiera (es: Organizzazioni di Produttori). Occorrono pertanto proposte volte a limitare le difficoltà appena evidenziate, rivolte a tutti gli anelli deboli della filiera bosco-legno, a partire dalla maggiore presenza di figure professionali adeguate al settore forestale e della selvicoltura quali quelle del dottore Agronomo e del dottore Forestale, individuati quali figure professionali altamente qualificate ed in grado di coordinarsi con l'intero sistema forestale nazionale in maniera strategica. Individuare inoltre in tali professionisti le competenze del facilitatore (broker dell'innovazione), consentirebbe al settore forestale di colmare le lacune, laddove sia individuato un

mancato/errato/distorto coinvolgimento delle imprese forestali a tutti i livelli. Se è vero che i Partenariati Europei per l'Innovazione (PEI) costituiscono una delle principali novità in tal senso, i dottori Agronomi e i dottori Forestali, grazie alla formazione professionale continua resa oramai obbligatoria da oltre 4 anni, unitamente alla sottoscrizione della convenzione quadro con gli Atenei italiani per il riconoscimento reciproco delle attività di aggiornamento professionale continuo, svolgono un ruolo di fondamentale importanza per il rilancio del settore.

INNOVAZIONE TECNOLOGICA E SELVICOLTURA ATTIVA

Raffaele Spinelli¹

¹CNR IVALSALSA, Sesto Fiorentino (Firenze); spinelli@ivalsa.cnr.it

Parole chiave: meccanizzazione, utilizzazioni, produttività, sicurezza.

Keywords: mechanization, logging, productivity, safety.

L'introduzione della meccanizzazione spinta sta sconvolgendo i tradizionali schemi operativi. Spinte da motivi economici e sociali, le ditte boschive Italiane si stanno modernizzando. In Italia il numero di harvester e di processori si avvicina ormai al centinaio. La meccanizzazione si sta dimostrando anche in Italia come una strada obbligata, e la cosa principale su cui discutere è solo il tracciato da seguire. Come in tutte le realtà che iniziano appena ad affermarsi, mancano ancora dei punti di riferimento. Da un lato le ditte cercano di massimizzare la produttività delle loro macchine e tendono a sottovalutare gli impatti che queste causano. Dall'altro i proprietari forestali sono spaventati dall'apparenza delle nuove attrezzature e spesso si arroccano in un conservazionismo esasperato, che forse sopravvaluta il rischio effettivo. È sempre più evidente la necessità di trovare un giusto compromesso, che permetta di sfruttare i benefici della meccanizzazione senza scivolare nell'abuso. Il raggiungimento di un giusto compromesso richiede di determinare con un minimo di accuratezza le conseguenze economiche ed ecologiche delle diverse soluzioni. Da un lato è necessario definire le regole di buona condotta nell'uso della meccanizzazione spinta. Dall'altro bisogna trovare strategie gestionali che favoriscano il corretto impiego delle nuove macchine, attraverso l'accorpamento dei lotti e la distribuzione delle martellate.

Technological innovation and active forest management

The introduction of mechanized harvesting is upsetting traditional Italian forestry. Forced by financial and social pressure, Italian logging companies are modernizing their operations. In Italy, the number of harvesters and processors is nearing the 100 units threshold. In Italy as abroad, mechanization is proving the only viable option, and the main subject for debate is how to deploy it, rather than whether to introduce it. As in all beginnings, there is a need for stable references. On one hand, loggers try to maximize the productivity of their new equipment and underestimate the impact this may cause. On the other hand, forest owners are scared by the size of the new machines and adopt a strongly conservative approach, which may overestimate actual risk. There is an increasing need for finding a compromise solution, which may allow exploiting the full potential of the mechanization, without abusing it. Reaching the right balance requires accurate knowledge about the financial and environmental consequences of extreme approaches. On one hand, one needs to define sensible good practice rules for mechanized harvesting. On the other hand, one needs to devise adapted silvicultural prescriptions that are compatible with mechanized harvesting, especially for what concerns sale size and tree selection rules.

SESSIONE / *SESSION* 7

MONITORAGGIO E PIANIFICAZIONE

FOREST MONITORING AND PLANNING

Chairperson

Marco Marchetti

SESSIONE / *SESSION* 7

RELAZIONI ORALI

ORAL PRESENTATIONS

FOREST MONITORING TO PROMOTE SUSTAINABILITY IN THE 21ST CENTURY

Zoltan Somogyi¹

¹National Agricultural Research and Innovation Centre, Forest Research Institute, Budapest, Hungary; somogyiz@iif.hu

Forest monitoring programs have to increasingly meet emerging information requirements of our changing world. In order for these programs to be useful for sustainability considerations, they should also be based on an appropriate, operational concept of sustainability. However, such a concept and how the sustainability (or unsustainability) of human actions can be indicated are still open issues, and many currently applied indicators are inappropriate measures. The paper outlines a possible definition of sustainability that is based on the quantitative estimation of utilization rates and related environmental capacities. The concept is demonstrated using the example of the global carbon balance and how a sustainable pathway of emission reduction can be indicated. The definition of "forest" also has to be revised by broadening it considerably so that it includes a reference to all products and services that society expects from forests. This, and the fact that the forestry sector has to operate in a globalized world while its effects have also gained global relevance e.g. concerning the global carbon cycle, inevitably require that new information is collected. These include carbon stock changes under the UNFCCC and the Kyoto Protocol that must be reported for six forest carbon pools and many land use and land use change categories. These and other recent new monitoring and reporting requirements have contributed to the rapid improvement of forest inventories, but developing them further is necessary to meet international quality criteria, to only collect useful information, and to ensure that data collection is economically feasible.

Keywords: sustainability, utilization, capacity, forest monitoring, carbon cycle.

Parole chiave: sostenibilità, utilizzazioni, monitoraggio forestale, ciclo del carbonio.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-zs-for>

1. Introduction

Forest monitoring has a rather long history, its origins dating back to the 14-15th century when the focus was on what one might harvest. Not much later, forests were not able to meet the growing demands of mines and industry for timber any more. In order to ensure a sustainable timber supply in the long term, Carlowitz (1713) coined the idea of sustainability, and the technical term ("Nachhaltigkeit") for it. He and his contemporaries had to make sure that, somehow, no more timber is cut than what is produced. This in turn required information on the amount of both the harvests and the increment of forests. Over time, this led to the repeated assessment, in specific areas, of wood volume or its growth. Although the first yield tables were constructed in 1795 by Paulsen (Pretzsch, 2009), the monitoring of volume and growth for the purpose of the sustained yield concept was not possible for many decades and forest area was sometimes used as a proxy. Nevertheless, the need for data had the important effect that, first in Germany and then elsewhere, dendrometry and forest growth and yield studies went through an enormous development (for details, see Pretzsch, 2009). The concept of sustainability later developed to a standard requirement that is referred to today as the sustained yield concept. Importantly, this is a quantitative concept: "Sustained yield management of wood ... would, in

technical terms, be considered to be achieved if the total harvest does not exceed the accumulated annual increment during a specified planning period" (FAO, 1998). Using a formula:

$$AAC \leq I_{net} \quad (1)$$

where:

AAC = Annual Allowable Cut (or sustainable annual cut); and

I_{net} = periodic increment of the forests planned during a specific planning (or accounting) period.

This concept, the variations of which have been used in forestry since the 19th century and in fisheries and elsewhere since about a century later, is currently reflected in the strong requirement that the value of standard forestry statistics such as forest area, standing volume, woody increment and forest biomass carbon stocks should grow, or at least are not supposed to decrease (e.g. Somogyi and Zamolodchikov, 2007). The concept was generalized by Daly (1990) who stated that with renewable capacities, harvest rates should equal regeneration rates. The concept has seen a substantial development for the last decades due to the realization that forests do not only provide wood but also a number of other products as well as services. About a quarter of a century ago, after a serious forest decline, public and professional attention in Europe started to focus on these

services. Both in Europe (MCPFE, 1993) and elsewhere, so called criteria and indicator systems were set up in an effort to monitor the status of as many such services and products, and/or as many forest characteristics deemed relevant, as possible. In Europe, these efforts lead to the creation of the framework of a national level monitoring system that, after having been modified a few times, currently includes 35 quantitative and 17 non-quantitative indirect country-level indicators (Forest Europe, 2011). This system, just like many other similar systems used elsewhere, is partly an analytical approach in the sense that it focuses on specific quantitative characteristics of a very complex system such as wood growth, but it is partly non-analytical, i.e., it uses quantitative or qualitative information, e.g., whether forest management planning exists in a country, to describe in an integrated way if the system can be sustained. Whether analytical or non-analytical, appropriate indicators need to be systematically measured or estimated, their dynamics need to be assessed, and the result of the assessment need to be used as a feedback if the sustainability of forest management is to be ensured. However, the Forest Europe system is underdeveloped in all of these aspects.

It includes inappropriate indicators, which leads to inconsistencies. For example, the overall assessment based on Part B group of indicators suggests that policies, institutions and instruments (by policy area) are at a good level (with four “trees” on a scale from one to five) for Russia, North Europe and Central-West Europe, and at a medium level (with only three “trees”) for Central-East Europe, South-West Europe and South-East Europe, whereas the assessment of Criteria 1: forest resources and global carbon stock only yielded three “trees” for the first group of regions, and four “trees” for the second. Does this really mean that “good” policies, institutions and instruments have in fact adverse effects and need to be changed, or it is the criteria and indicators, as well as their assessment, that need re-thinking? Also, monitoring programs do not sometimes provide the required data or they produce too much data, it applies an oversimplified framework of indicator assessment, or lacks an assessment theory altogether. Finally, the results of the monitoring have rarely used to develop appropriate forest management options. As a recently completed review of the Forest Europe system stated, the entire system is “in need of revision” (EFI, 2013). This system together with other international reporting requirements (see below) are important forces of developing current and future monitoring programs. An important requirement for these programs is that they should promote sustainability in as many ways as possible. These programs will also have to meet emerging information requirements of our changing world that, at the same time, is becoming increasingly complex. In further developing the current monitoring systems, the three probably most important aspects to consider are: what is “sustainability”? what is “forest”? and: what (which indicators) do we need to monitor?

2. An extended and generalized operational definition of analytical sustainability

Although the concept of “sustained yield” has been used in forestry for centuries, the broader concept of “sustainability” has only a history of a few decades, and it still has its definitional challenges, which makes it difficult to operationalize it in a monitoring program. Both the analytical and the non-analytical approaches have their challenges. Concerning the analytical approach, most currently applied definitions of sustainability are narrative that usually refer to the *intention* or *hope* to maintain, in an undefined manner, extent or way, environmental capacities that have been exploited to meet human needs, also undefined, until an undefined point in future. (For example, sustainable forest management is defined by MCPFE (1993) the following way: “The stewardship and use of forests and forest lands in a way, and at a rate, that maintains their biodiversity, productivity, regeneration capacity, vitality and their potential to fulfil, now and in the future, relevant ecological, economic and social functions, at local, national and global levels, and that does not cause damage to other ecosystems.”). However, such intentions and hopes can only be fulfilled if relevant levels of environmental variables such as stocks or fluxes are sustained in practice by limiting the utilization of related environmental capacities so that they are not overexploited. This in turn is only possible if quantitative natural laws, including the law of the conservation of mass and energy, are observed. As the current definitions are not directly applicable for modeling the sustainability of complex environmental systems, they have to be replaced by an approach that is generally used in engineering (Somogyi, 2014). Such a possible approach can be the extension and generalization of the sustained yield concept. For any system, the mathematical requirement of the sustainability to maintain a flux (i.e., the use of a capacity) for any relevant period of time is that the sum of the subtraction from a related stock (i.e., the utilization) during the period cannot be larger than the sum of additions to the stock (if possible) and/or the acceptable rate of reduction of the stock (i.e., capacities) during the period:

$$\sum U \leq \sum C \quad (2)$$

where:

U : utilization;

C : capacity;

$$C = C_{non-ren} + C_{ren} + \Delta C$$

$C_{non-ren}$: non-renewable (e.g., volume of a primary forest);

C_{ren} : renewable (e.g., regrowth); and

$\Delta C = G - L =$ gains – losses due to non-utilization related events (e.g., afforestations as human-induced enhancement of forest resources, and natural disturbances as a form of natural catastrophies that destroy capacities).

In order to ensure that the calculations, which in practice inevitably involve uncertain estimates, do not lead to high

rates of utilizations, margins of safety should be applied to all of the variables. The above also means that sustainability can only be defined for periods of well-defined length (whether *a priori* or *a posteriori*), however, the above requirements do not guarantee that the flux can be sustained after that period. Therefore, if sustainability is required for a long time, applying the planning or accounting periods referred to in Equation 1 above may not suffice to ensure sustainability for those periods. If sustainability is to be achieved in a long term, the periods to which the above requirements should be applied should be *long enough* to match the "long term".

Many indicator systems, including that of the Forest Europe (2011) system, do not consider the above. It is partly for this reason that simple annual statistics or „statistics A / statistics B” (e.g. carbon footprint, many Forest Europe indicators) are poor sustainability indicators. Below is an example of how the above definition might work, and how appropriate indicators could be developed. The example concerns the necessary need to reduce global net emissions in the near future, which includes reducing emissions from global deforestations, maintaining forest carbon stocks and enhancing the forest carbon sink.

The example also demonstrates that such extra-sectorial considerations may also affect how monitoring programs have to be developed. As Earth has one atmosphere, all emission will increase the carbon-dioxide concentration of the air, which leads to global warming. It is estimated that the increase of global mean temperature can only be limited to 2°C, which is necessary to avoid adverse effects for human populations, if the amount of cumulative emissions between 2000-2100 will not exceed about 2650 GtCO₂eq (UNEP 2013; IPCC 2013). Taking into account that the cumulative emissions between 2000 and 2011 amounted to about 500 GtCO₂eq, total anthropogenic global emissions between 2012-2100 must be kept below the remaining amount of about 2150 GtCO₂eq.

This estimate has a confidence interval of about 1740-2210 GtCO₂eq, and applying a margin of safety equal to the half width of this confidence interval, this means that the capacity of the atmosphere to absorb emissions is equal to 1740 GtCO₂eq. Mathematically, future emissions must be reduced and then practically eliminated to avoid that total emissions exceed this capacity. Of all the possible emission trajectories that satisfy this requirement, Figure 1 demonstrates one such a trajectory that could be treated as a plan. An indicator that could be used to assess if progress is according to plans could measure how close (or far) cumulative future emissions are relative to the planned pathway. Indicators of similar conceptual basis may be more useful than current ones in ensuring forest sustainability. In order to develop such indicators, specific analyses of sustainability are needed concerning each forest characteristics, or forestry aspect, that may be relevant for the overall sustainability of forests and forest management.

3. The re-definition of forests

The overall sustainability of forests and forest management may largely depend on what we want to use and manage forests for. The list of the important goals, and the associated definition of "forests", have been broadened considerably for the last decades, and includes now a reference to many products and perceived services that society expects from forests. Additionally, many traditional values such as timber, the meat of many wild animals, erosion control and others, have been made to look less valuable than values like tourism (including all of its variants from skiing to mountain biking and eco-tourism), biodiversity, and the role of forests in global cycles such as the global carbon cycle. This does not mean that old values have lost their importance, on the contrary: the need for products such as wood has been constantly increasing. In fact, most income from forest is still from wood production. However, forest managers have had to learn that they have to consider many other issues when managing forests. Of all these issues, one that has gained global importance is the need to preserve carbon stocks of forests and to maintain and enhance the forest carbon sink. About 10% of all anthropogenic emissions, which cause climate change that, arguably, constitutes the biggest challenge to mankind, are due to deforestations and other forest-related emissions (IPCC, 2013). An important related development recently is that land use changes have been diversified as never before (Fig. 2) and accelerated in an attempt to better meet land-related needs such as food, tourism, protection of the environment, water and also forest-related needs. In order to monitor land use related emissions and removals, these land use changes need to be monitored even if, quite often, the number of the land units that are subject to one-time or frequent land use change is large and their size can be quite small, which makes it increasingly difficult to monitor them. In many cases, only modern remote sensing technologies, possibly together with appropriate ground truth, are able to cope with this task, and only in case an integrated (i.e., not land use specific) mapping is done.

In addition to changes in the perception of forest products and services, and the forest area changes due to direct human induced activities, large-scale changes can be expected in forest species composition if climate change will advance as predicted. As a result, species and forest ecosystems may go extinct locally, to be replaced by other species (Zimmermann *et al.*, 2013; Móricaš *et al.*, 2013).

This will require a rather dynamic re-definition of forest composition, too, which is an important aspect of forest monitoring programs.

4. Criteria for monitoring for analytical sustainability

The above inevitably means that, along with some traditionally collected data, new types of information must be monitored in forests. However, forest parameters

to monitor should be well selected, which requires a number of criteria. Below is a non-exhaustive list of criteria (that are linked to the requirements in Equation 2) together with examples that are intentionally selected to include parameters outside of the forestry, which is to demonstrate how such external considerations have also been considerably affecting the monitoring programs of the forestry sector. First, a clear idea is needed as to what needs to be sustained. In addition to the list of forest and forest management related issues, relevant parameters related to environmental issues external to the forestry sector should also be considered. These issues include climate (or, more specifically, temperature). In the globalized world of the 21st century, the forestry sector and local enterprises have to be managed not only in a highly competitive economic environment, but also under the provisions of various international agreements such as the Kyoto Protocol (KP). Second, a clear idea is needed as to which variables are direct utilizations of capacities (such as wood harvesting) and which are needed (e.g., greenhouse gas emissions) in case what is to be sustained is not a flux in itself or not linked to utilization. These variables must also be linked to capacities (e.g., tree growth or the absorption capacity of the air) that are also need to be identified and monitored. Third, a clear idea is necessary about the time frame that is need to be identified to ensure sustainability. The identification is system-specific (i.e., no general rules can be set), and may not be equal to planning periods. In the case of the mitigation of climate change, the time frame can only last until we can still avoid adverse effects by considerably reducing global net emissions. Fourth, clear theories are necessary as to how to evaluate monitoring estimates, i.e., how they ensure the sustainable utilizations of capacities, how this use can be indicated, and what policies and measures are needed to ensure sustainability for the various utilizations. This may require the understanding of complex systems (e.g., the carbon cycle, or the biodiversity of ecosystems). As both forests and their environment are complex, this requirement may pose serious challenges to forest research. Without such theories, however, the risk is not only that inappropriate sustainability policies and measures are developed, but rather that false sense of sustainability might be developed in certain situations that may lead to counter-productive policies or measures, or even ones that may be outright dangerous in the long term. Finally, data collection must be practicable, well planned and cost-effective to avoid the situation, which is currently the case for several indicators, that data is collected but cannot be really used, while other data cannot be properly collected due to economic considerations. Clearly, in order that forest monitoring programs can better be used to ensure sustainability, they may need to be revised both at the country level, and at the level of the Forest Europe system of indicators.

This revision can be based on a thorough analysis to only include indicators that meet the above requirements. Research should be conducted as to how forest changes and health as affected by climate change can be monitored in order that optimal adaptation is possible.

Also, many countries that ratified the UNFCCC and the Kyoto Protocol, including all EU countries, have to collect a large body of information in the Land Use, Land Use Change and Forestry (LULUCF) sector that (beginning the inventory year of 2013) is called the Agriculture, Forestry and Other Land Use sector (IPCC, 2006). Variables to monitor under these regulations are relevant for the global carbon cycle and the UNFCCC. Recent EU provisions (Regulation 525/2013, Decision 529/2013) incorporate these requirements but also extended them. These requirements have already had an enormously positive effect on the development of forest inventories. For example, some countries moved from questionnaires to sample-based inventories, introduced remote sensing and geographical information systems, developed their area inventory, improved their biomass estimation system, and extended data collection to obtain information on previously not monitored carbon pools such as deadwood and soils. However, further efforts are needed to enable all countries to meet all reporting variables at the quality required.

The above reporting requirements are based on the standardized methodology by the IPCC (2006) that include the need to report carbon stock changes for specifically defined land use or land use change sub-categories such as: land converted to forest land (UNFCCC) and afforestations (KP);

a) forest land converted to other land uses (UNFCCC) and deforestations (KP);

b) managed (existing) forests (UNFCCC) and land under "forest management" (FM under the KP; lands to be reported in these categories may have different definitions);

c) land affected by natural disturbances (this is included in all of the above, but can also be separately reported on a voluntary basis under the KP in order to exclude emissions from such disturbances from accounting); and

d) forest land established on former non-forest land to compensate for deforestation in FM land under well-defined conditions (KP).

For each of these land use and land use change types, the IPCC (2006) methodology requires the estimation of carbon stock changes for the following carbon pools: above-ground biomass, below-ground biomass, deadwood, litter, soil and harvested wood products. (In case it can be demonstrated that a pool is not a source, it is not required to report and estimate of the removals.) As former forest monitoring programs (except for ones for scientific goals) focused on traditional forest variables such as area, volume, increment, mortality and harvest, obtaining the necessary information for these pools may require specific efforts, including a better coordination with research programs. As a conclusion, forest monitoring programs have to continuously be revised to better serve their objective to ensure sustainability. More specifically, the scope of the analytical variables to assess have had, and may further have to, be both reduced and broadened to provide all information required but only that, data collection and reporting on estimates needs to meet increasing quality criteria while data collection also has to continue to be economically affordable, and theories need to be developed based on which appropriate

sustainability assessments can be done. These theories should also be used to revise the concept of sustainability indication, which may also have an effect of the further development of monitoring programs. Further efforts may also be needed in case non-analytical indicators (e.g., Bastrup-Birk *et al.*, 2014) are to be used. In order that such indicators are successful, they need to be able to address questions such as what is “natural”? what and how to monitor? (e.g., bioindicators?) how to assess monitored variables? what does „naturalness” indicate? under what conditions does it also indicate „optimal” level of services and products? how can policies and measures be developed from monitored values? and of course: which indicators, and how, may be appropriate to correc-

tly assess whether sustainable utilization pathways are observed?

Finally, well presented information from recent forest monitoring programs have proved to be useful to both enhance the recognition of forests and the forestry sector and promote sustainability worldwide. Therefore, further efforts may be needed to not only meet official reporting requirements, but rather, to use information collected in monitoring programs and generated during the analysis of estimated data to better inform forest managers at all levels, and also society at large so that appropriate actions can be taken to ensure the sustainability of forests as well as their multiple products and services.

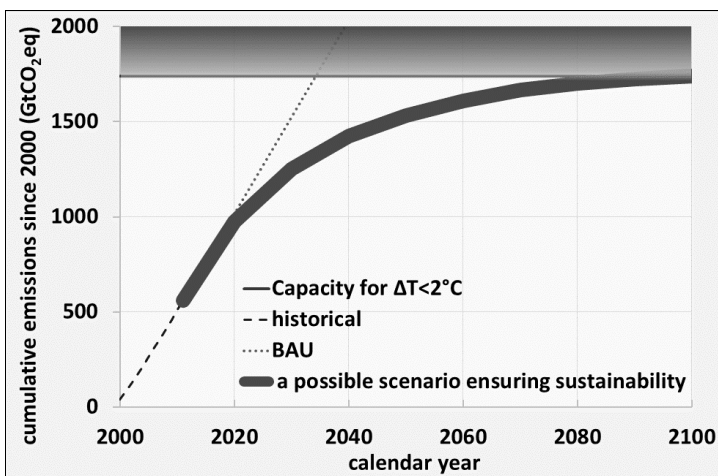


Figure 1. Cumulative emissions as utilization (historical global emissions (dashed line), their linear “business as usual” extrapolation (dotted line) and a possible pathway of cumulative future emissions (thick line), and the capacity of the air to absorb these emissions (which should not be exceeded in order to avoid a temperature increase of more than 2 °C) as a wide range on the top or the chart. The thickness of the curve of the possible pathway and the range indicates the rather high uncertainty of the estimates.

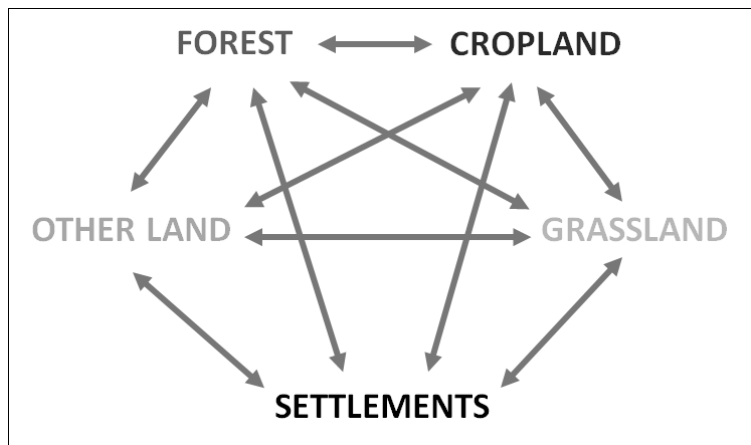


Figure 2. A schematic representation of all possible land use conversions (the broad land use and land use change categories shown in this figure are those of IPCC, 2006).

BIBLIOGRAPHY

Bastrup-Birk A., Chirici G., Eggers J., den Herder M., Lindner M., Lombardi F., Barbati A., Marchetti M., Zolli C., Biala K., Abdul Malak D., Marin A.I., 2014 – *Developing a forest naturalness indicator for Europe. Concept and methodology for a high nature value (HNV) forest indicator.* EEA Technical report, N. 13/2014.

URL:http://www.eea.europa.eu/publications/developing-a-forest-naturalness-indicator/at_download/file
 Carlowitz H.C., 1713 – *Sylvicultura oeconomica*. Hauswirthliche Nachricht und Naturmäßige Anweisung zur Wilden Baum-Zucht. Faksimile der Erstauflage Leipzig 1713 von Hannß Carl von miteiner Einführung von Jürgen Huss und Friederike von Gadow. Verlagkessel, pp. 476.
 Daly H., 1990 – *Sustainable Development: From Concept*

- and Theory to Operational Principles*. Population and Development Review, Supplement: Capacities, Environment, and Population: Present Knowledge, Future Options, 16: 25-43.
- Decision 529/2013 – *Decision No 529/2013/EU of the European Parliament and of the council of 21 May 2013 on accounting rules on greenhouse gas emissions and removals resulting from activities relating to land use, land-use change and forestry and on information concerning actions relating to those activities*. URL: <http://faolex.fao.org/docs/pdf/eur125073.pdf>
- EFI, 2013 – *Implementing Criteria and Indicators for Sustainable Forest Management in Europe*. Accessed on: 1 December 2014. URL: http://www.cisfm.org/uploads/CI-SFM-Final_Report.pdf
- FAO, 1998 – *Guidelines for the management of tropical forests 1. The production of wood*. FAO forestry paper 135. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. Accessed on: 20 December 2013. URL: <http://www.fao.org/docrep/w8212e/w8212e00.htm>
- Forest Europe, UNECE, FAO, 2011 – *State of Europe's Forests 2011. Status and Trends in Sustainable Forest Management in Europe*.
- IPCC, 2013 – *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1535.
- MCPFE, 1993 – *Resolution H1: General guidelines for the sustainable management of forests*. In: Europe. Proceedings of the 2nd Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe, Helsinki, Finland, p. 5.
- Móricz N., Rasztovcics E., Gálos B., Berki I., Eredics A., Loibl W. 2013 – *Modelling the Potential Distribution of Three Climate Zonal Tree Species for Present and Future Climate in Hungary*. Acta Silvatica et Lignaria Hungarica, 9 (1): 85-96. <http://dx.doi.org/10.2478/aslh-2013-0007>.
- Pretzsch H., 2009 – *Forest Dynamics, Growth and Yield. From Measurement to Model*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, pp. 664. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-88307-4_1
- Regulation 525/2013 – *Regulation (EU) No 525/2013 of the European Parliament and of the council of 21 May 2013 on a mechanism for monitoring and reporting greenhouse gas emissions and for reporting other information at national and Union level relevant to climate change and repealing*. Decision N. 280/2004/EC. URL:<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2013:165:0013:0040:EN:PDF>
- Somogyi Z., 2014 – *A Framework for Forest-Related Analytical Sustainability Indication*. Submitted manuscript.
- Somogyi Z., Zamolodchikov D., 2007 – *Forest Resources and their contribution to global carbon cycles*. In: MCPFE, UNECE, FAO (2007): State of Europe's Forests 2007 - the MCPFE report on sustainable forest management in Europe. Köhl M., Rametsteiner E. (eds.), Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe, Liaison Unit Warsaw, Warsaw, pp. 3-17.
- UNEP, 2013 – *The Emissions Gap Report 2013*. United Nations Environment Programme (UNEP), Nairobi.
- Zimmermann N.E., Normand S., Pearman P.B., Psomas A., 2013 – *Future ranges in European tree species*. In: Fitzgerald, J. and Lindner, M. (eds.) 2013. Adapting to climate change in European forests - Results of the MOTIVE project. Pensoft Publishers, Sofia, pp. 108. URL:http://motiveproject.net/NPDOCS/MOTIVE2_FINAL_FULL.pdf

MANAGING FORESTS AS COMPLEX ADAPTIVE SYSTEMS: AN ISSUE OF THEORY AND METHOD

Susanna Nocentini¹

¹Department of Agricultural, Food and Forestry Systems, University of Florence, Florence, Italy;
susanna.nocentini@unifi.it

Classical forest management has worked out a series of forest regulation methods with the aim of obtaining the “fully regulated” forest. Considering the forest as a complex biological adaptive system means overcoming the reductionist and mechanist paradigm, and entails a shift towards a systemic approach in silviculture and forest management. The aim of this work is to discuss the objectives and theoretical assumptions of classical forest management methods in the light of the new systemic paradigm. I conclude that managing forests as complex adaptive systems and sustaining their ability to adapt to future changes is possible only if there is also a change in forest management methods so that they are consistent with the new theoretical approach.

Keywords: forest regulation methods, normal forest, complexity, systemic silviculture.

Parole chiave: metodi di assestamento, bosco normale, complessità, selvicoltura sistemica.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-sn-man>

1. Introduction

Until most of the last century, natural resource utilization has referred to what ecologists have termed the “classic paradigm” (Meffe and Carroll, 1997). This paradigm has treated population, community and ecosystem dynamics as if they were functioning in a static environment and following predictable trajectories. Scientific interest was concentrated on defining linear laws that regulate relationship between birth rate, death rate and somatic growth (Hilborn *et al.*, 1995). According to this view of reality, until exploitation rate does not exceed regeneration rate, the resource will not be consumed and we do not need to worry. Within this static and linear view, continuity of production depends on the possibility of predicting regeneration rate with great accuracy.

In analogy with this paradigm, silvicultural systems have aimed at guaranteeing stand regeneration according to a specific structural model and species composition, while forest management has strived to organize silvicultural operations in time and space in the attempt of obtaining a maximum and possibly constant yield (Ciancio and Nocentini, 1994; Puettmann *et al.*, 2009). This classical forest management paradigm treats population and ecosystem dynamics as if they acted in an invariable environment and according to predictable trajectories. In this approach, silviculture is based on the control of natural processes (Ciancio and Nocentini 1997; Puettmann *et al.*, 2009). The forest has been considered an instrumental entity, a sum of individual trees which can be organized spatially and temporally according to the desired, predictable outcomes (Nocentini, 2011).

Classical forest management has devised methods and procedures (*forest regulation methods*) to guide the forest towards the “fully regulated forest”, an *ideal forest* capable of fulfilling sustained yield i.e. approximately equal annual harvest or equal annual growth from the

managed forest (Davis *et al.*, 2001, p. 9). Under this view, the future has been considered as practically unchangeable, at least concerning the main factors influencing forest productivity and stand development, and forest ecosystems have been considered as systems which can be totally understood in their functioning and thus shaped so that future results meet management aims (Nocentini, 2011; Wagner *et al.*, 2014). This implies faith in the fact that ecosystems react to cultivation in a predictable and linear manner.

The acknowledgement that the forest is a complex, biological, adaptive system (Ciancio and Nocentini, 1997; Puettmann *et al.* 2009; Messier *et al.*, 2013a; Filotas *et al.*, 2014) has changed this reference paradigm: from a logical, rational, analytic and reductionist way of thinking, based on the mechanistic view of nature, to a way of thinking which is intuitive, synthetic, holistic and based on the theory of complexity (Ciancio and Nocentini, 1997; Puettmann *et al.*, 2009; Messier *et al.*, 2013a).

With the awareness that the future conditions of forests and forestry might rapidly change following global change, the deterministic approach of classical forest management has lost one of its strong points: a certain and predictable future. If we accept the fact that the forest is a complex biological system, then we must accept the fact that forest ecosystem’s organization and reactions follow processes which are neither totally predictable nor totally random (Anand *et al.*, 2010).

Shifting to the complexity paradigm thus requires a change in methods and approaches in forest management.

Here I analyze the theoretical background of the key methods which have been defined in the course of time. The aim is to define a possible methodological approach to managing forests which is consistent with viewing forests as complex adaptive systems and above

all is capable of effectively maintaining the overall resilience of forest ecosystems.

2. Classical forest regulation methods

Over the years of forest history, a great many forest regulation methods have been developed in various parts of the world, especially in Europe; Recknagel in 1917 described 18 methods and more have been devised since then (Davis *et al.*, 2001).

Forest regulation methods address the question of determining the allowable cut in terms of area, volume or number of trees to be cut each year (or a combination of these) in relation to the fully regulated forest model (Patrone, 1944). Different criteria have inspired the “silvicultural method” described by Knuchel (1953), and of Gurnaud’s Control method.

2.1. Area regulation methods: from forests to plantations

With *area regulation methods*, the working plan prescribes how many hectares should be cut annually or in each time period, without specifying the type or amount of volume to be cut. These are the simplest and oldest methods: according to Huffel (1926) the idea of fixing the area of the cut was so natural that it must have come immediately to mind to the first foresters who aimed at regulating forest felling.

The aim of these methods is to reach a forest with a “normal” age structure, i.e. a forest organized so that each age class occupies an equal area. According to Tahvonon (2004) the “normal forest” concept (or perfectly regulated or synchronized age class structure) has played an important explicit or implicit role in forestry. For example, Reed (1986, in Tahvonon, 2004) writes: “The ideal of normal forest is thus linked to that of sustained yield, and it has, it seems, occupied a central place in forestry thinking, for as long as a scientific discipline called ‘Forestry’ can be said to have existed.”

With area regulation methods the “normal” forest can be reached only in the case of even-aged stands with prompt and reliable regeneration. For this reason they have been applied in Italy with some success to coppices (Ciancio and Nocentini, 2004). Applying this method to naturally regenerated high forests, where regeneration is less prompt and reliable, gives uncertain results. One of the consequences has been that to obtain the “normal” distribution of stands in age classes, many natural forests have been transformed into plantations. A classical example is that of Central Europe, where starting from the 19th century, large areas of the natural mixed forest were transformed into spruce plantations. This trend lasted well into the 20th century (Leopold, 1936a, 1936b; Wolfe e Berg, 1988). A good example in Italy is that of the Vallombrosa Forest where, following the application of forest regulation plans based on the area regulation method, silver fir plantations increased from 217 hectares in 1876 (Giacomelli, 1878) to 680 hectares in 1960 (Patrone, 1960; Bottalico *et al.*, 2014). It is interesting to note that even where the area regulation method has

been consistently applied for long periods of time, the “normal forest” has almost never been reached, which proves the impossibility of exactly forecasting both forest response to management and changes in the general conditions. A clear example of this is the 1821 working plan drawn out by Cotta for the Colditz Forest, in Saxony, which was based on the normal age class series: in 1921, i.e. 100 years later, notwithstanding the same property, working plan principles, and the authority of Cotta, the forest was still far from “normality” (Heske, 1938, in Heilbron, 1990).

2.2 Volume regulation methods: the quintessence of predictability

Volume regulation methods prescribe the quantity of volume that must be felled each year. In the oldest and simplest form, each year the forester went through all the forest marking the biggest trees (in uneven-aged forests) or the oldest stands (in even-aged forests) until he reached the prescribed cut (Huffel, 1926). The first indications of a method for calculating the prescribed cut in terms of volume can be found in Germany around the middle of the eighteenth century, which later developed into Hartig’s method (1795). In the same period the “Austrian Cameral method” was developed in Austria, a forest regulation method based on forest increment and on the “normal” standing volume. These methods were inspired by what Heilbron (1990) defines “the quantifying spirit” of the 18th century, when forest management turned to mathematics and geometry to organize production. According to Lowood (1990) the most striking example of this spirit can be found in Germany where forest management was one aspect of state administration which was scrutinized in order to fit “scattered pieces of knowledge ... into systems” and to transform “all sorts of activities previously left to habit ... into a science.” (Bechstein, 1797, in Lowood, 1990). The result was quantification and rationalization applied both to the description of nature and to the regulation of economic practice.

According to Samuelson (1976), the 1788 Austrian Cameral method was the first example of the notion of sustained yield (Amacher *et al.*, 2009): with this method the best rotation age was described as the one that maximizes timber volume produced per unit of land over time. It is interesting to note that the Austrian Cameral method was the first method that referred directly to the concept of the standing volume of the normal forest. For this reason it has a great historical and conceptual importance. The Cameral method belongs to those methods that the Germans called *Formelmethoden* because it uses mathematical formulae to calculate the normal standing volume and the prescribed cut.

All these methods require a deep knowledge of the mechanisms that regulate forest growth. For this reason they stimulated the development of forest auxology and contributed to the birth and growth of forestry as a science. Yield tables have been one of the main products of this scientific activity. As standard tools for forest management, yield tables have been developed

mainly from 1795 until 1965 (Skovgaard and Vanclay, 2008; Pretzsch *et al.*, 2013). Being based on survey data from long-term plots, they mirror growth under past environmental conditions (Pretzsch, 1996, 1999). An important component of this scientific approach is that forest growth can be modeled in a smooth and continuous manner and that spatial changes can be handled as gradual changes along one or more gradients (Skovgaard and Vanclay, 2007). Skovgaard and Vanclay (2007) point out that despite documented examples where site potential and forest site productivity are not constant but change over time (e.g. Spiecker *et al.*, 1996; Valentine, 1997), it is still widely held that site productivity should be constant and invariant within site types that are uniform with respect to climate, topography and soils. Skovgaard and Vanclay (2007) also point out that users should be aware that this does not always apply.

The importance of the “Camerall” approach in forest regulation in stimulating research in the field of forest growth and modeling must be acknowledged. But today we must also recognize that if these studies may be satisfactory when the main objective is to increase our understanding of current functioning and dynamics, it is less useful to study futures, where we need to emphasize what is not known (Bell, 2003).

If in 1926 Huffel already asked: “is knowledge in these fields sufficiently certain and complete to remove all risks from these methods?”, today we can say that these methods are the quintessence of the deterministic approach: they are firmly and indissolubly tied to the possibility of forecasting with certainty the processes that determine forest growth.

2.3 Forest regulation methods based on the number and size of trees: nature entrapped in curves

According to Huffel (1926) the methods based on the number and size of trees to be cut were the first to be employed in forest regulation for uneven-aged stands because they were the simplest and most direct. The development of these methods brought to the definition of a “balanced” tree distribution in diameter classes in uneven-aged forests. The work of De Liocourt (1898) at the end of the 19th century started a line of research which has been developed throughout the 20th century (Peng, 2000). The balanced concept has been referred to as a sustainable, equilibrium, or steady state structure in uneven-aged modeling studies (Adams and Ek, 1974; Adams, 1976; Lorimer and Frelich, 1984; Hansen and Nyland, 1987; Chapman and Blatner, 1991; Gove and Fairweather, 1992; Peng, 2000).

The idea that it is possible to constrain a forest to adapt to the “normal distribution” is based on a solid faith in the possibility of predicting and directing with sufficient accuracy the auto-organizing processes of the forest. Or, in other words, nature entrapped in curves.

2.4 Gurnaud’s control method: away from the normal forest

Gurnaud’s control method (1886, 1890) is very different from all other forest regulation methods because the allowable cut is not calculated *a priori*, but is in-

stead verified *a posteriori* (Ciancio and Nocentini, 1994). The method is based on the control of the reaction of the forest: at every inventory, growth is estimated by comparison with the preceding inventory. If the forest has reached the *étale* (Biolley, 1920), the allowable cut will be equal to the increment. Gurnaud never referred to the normal forest and Biolley (1920), cautioning against excessive dogmatism, wrote that the *étale* could and should be different according to the local situation, the calliper limit, the limits of the size classes (small, medium and big trees) and also following local market needs (Favre, 1980; Bettelini, 1986).

Gurnaud’s method, by rejecting the normal forest concept, is not just a technical change, it is a real mutation in silviculture and forest regulation (Ciancio and Nocentini, 1994). The adaptive approach which characterizes it, i.e., adapting the cut to the reaction of the stands, can be considered an anticipation of concepts which are connected to managing forests as complex adaptive systems.

2.5 The silvicultural method

Pardé (1930) suggested prescribing the cut following exclusively silvicultural considerations for uneven-aged forests which could not be managed with “normal” methods i.e., mountain forests, old forests or forests where the main object was not wood production but conservation of the forest, such as in the case of the Fontainebleau forest. According to Knuchel (1953) the “silvicultural” method is different from all other forest regulation methods because these first calculate the allowable cut, which is then distributed among the different compartments according to the felling plan. With the silvicultural method, the cut is first determined for each compartment in accordance with silvicultural considerations, from which the prescribed cut for the whole forest is then derived. This method was customary in western Switzerland. The advantage of the method depended on the fact that the allowable cut was determined on the basis of local conditions and of the foresters’ expertise. Thus all parts of the forest were treated according to the effective silvicultural needs of the stands; gross errors were avoided and errors of estimation could be soon spotted with inventories carried out at 10 year intervals (Knuchel, 1953). The guiding criteria was that after the felling, the forest should always be in a better state than before: the “possible yield ought not, therefore, be determined on the basis of a formula or of an exploitation plan alone, but attention should always be paid in the first instance to the silviculturist point of view” (Knuchel, 1953).

In Italy this method was first described by Cantiani (1963) as a method for guiding forest stands without a “normal” structure (which he called “irregular”), towards “normality”, while at the same time increasing the productive capacity of each compartment. Thus the silvicultural method became a tool for bringing “irregular” forest stands back into the domain of classical forest regulation methods based on the “normal forest” model (Ciancio *et al.*, 1995).

Following Cantiani's approach, the silvicultural method has been used in Italy for stands where, for various causes, structure cannot be classified as clearly even-aged or uneven-aged. This is often the case of stands resulting from the incomplete application of silvicultural treatments such as the uniform shelterwood felling in beech forests. Here the prescribed cut is determined for each compartment following silvicultural considerations with the aim of bringing stand structure back to the "normal" situation, then the total prescribed cut is compared to the prescribed cut derived from classical volume regulation methods.

3. Managing forests as complex adaptive systems: a change in theory and method

From this quick outline of the development of forest regulation methods and their relationship to the underlying theories, it is clear that the area regulation method, the volume regulation method and those methods based on a balanced diameter distribution, are firmly anchored to the mechanist view of nature and to a paradigm based on the deterministic and reductionist approach.

Managing forests as complex adaptive systems changes the underlying paradigm and therefore a change in methods is also needed. As Rist and Moen (2013) have pointed out, forest management has long been oriented toward maximizing returns of a restricted set of outputs and still today the tendency to focus on a narrow set of management goals and methods fails to give adequate attention to the provisioning of a wide array of ecosystem services, including biodiversity. Furthermore, successfully managing a forest to maximise production of a service (or set of services) may lead to a less resilient and more vulnerable system, from both ecological and institutional perspectives (Rist and Moen, 2013). High adaptability and flexibility of forests are needed to cope with increasing uncertainty due to climate change in the future (Wagner *et al.*, 2014). Thus, management of complex forest systems cannot work on a deterministic basis (Ciancio and Nocentini, 1997; Puettmann *et al.*, 2009).

Changing management methods means adopting an approach which increases adaptability of forests by favoring diversification, self-organization and complexity. Management based on systemic silviculture, which considers the forest a complex and adaptive biological system, integrates analyses, methods and operational procedures that are coherent with many attributes of complex systems (Ciancio and Nocentini, 1997, 2011; Ciancio *et al.*, 2003; Nocentini and Coll, 2013).

With the systemic approach, monitoring is an essential element for adapting cultivation and management to the responses of the system. Management aims towards conserving and increasing complexity and implies decentralized control (Nocentini and Coll, 2013). Forest ecosystems are viewed as moving targets and, accordingly, management will need to be flexible, adaptive and experimental (Messier *et al.*, 2013).

Focus is not on the prediction of the effect of each intervention but rather on the reaction to it as tracked

by relevant indicators. This means moving from a strictly ruled forest planning towards adaptive management where, generally, indicators are not used to define the desired future condition, but as parameters to measure changes over time (Ciancio and Nocentini 2004; Corona and Scotti, 2011).

The concept of a "minimum" growing stock, which should always be present on a management unit (Ciancio and Nocentini, 2011; Nocentini and Coll, 2013; Wagner *et al.*, 2014), addresses the question of keeping forest ecosystems above the "critical" zone, where the ecosystem may transfer to another stability domain (Ekins *et al.*, 2003), while at the same time keeping more options open for the future (i.e., increase flexibility).

Systemic forest management integrates the basic criteria of two forest regulation methods which have been considered marginal or even outside classical forest management: the silvicultural method, freed from any reference to the "normal forest" concept, and the adaptive approach typical of the control method.

In conclusion, managing forests as complex adaptive systems and sustaining their ability to adapt to future changes is possible only if there is also a change in forest management methods so that they are consistent with the new theoretical approach.

RIASSUNTO

La gestione del bosco come sistema biologico complesso e adattativo: una questione di teoria e di metodo

L'acquisizione in campo scientifico della nozione di bosco come *sistema biologico complesso e adattativo* ha comportato il superamento della visione deterministica e meccanicistica del bosco e il passaggio a una gestione basata sulla selvicoltura sistemica.

Lo scopo del lavoro è di verificare se l'assestamento classico può essere coerente con questa nuova visione. A tal fine vengono esaminati obiettivi e presupposti teorici dei principali metodi di assestamento.

Si conclude che solo rendendo di nuovo coerenti il metodo con la teoria, l'elaborazione di un piano di gestione forestale può diventare un supporto fondamentale per garantire l'aumento dell'efficienza complessiva dell'ecosistema forestale e soprattutto la sua capacità di adattamento ai cambiamenti che caratterizzano l'attuale realtà non solo ambientale ma anche sociale ed economica.

REFERENCES

- Adams D.M., 1976 – *A note on the interdependence of stand structure and best stocking in a selection forest*. Forest Science, 22: 180-184.
- Adams D.M., Ek A.R., 1974 – *Optimizing the management of uneven-aged forest stands*. Canadian Journal of Forest Research, 4: 274-287.
<http://dx.doi.org/10.1139/x74-041>

- Amacher G.S., Ollikainen M., Koskela E., 2009 – *Economics of forest resources*. The MIT Press Cambridge, Massachusetts, p. 398.
- Anand M., Gonzalez A., Guichard F., Kolasa J., Parrott L., 2010 – *Ecological Systems as Complex Systems: Challenges for an Emerging Science*. Diversity, 2: 395-410. On line: www.mdpi.com/journal/diversity.
<http://dx.doi.org/10.3390/d2030395>
- Bechstein J.M., 1797 – *Anzeige von der Herzoglich-Sächsisch-Gothaischen und Altenburgischen Societät der Forst- und Jagdkunde zu Waltershausen nebst den vorläufigen Statuten derselben*. Diana, 1: 424-429.
- Bell W., 2003 – *Foundations of Futures Studies: History, Purposes and Knowledge* (New Edition). Transaction Publishers, New Brunswick (USA) and London (UK).
- Bettellini D., 1986 – *La planification des exploitations ligneuses par la méthode du contrôle*. Institut für Wald-und Holzforschung, E.T.H., Zurich.
- Biolley H., 1920 – *L'aménagement des forêts par la méthode expérimentale et spécialement la méthode du contrôle*. Attinger Frères, Neuchatel.
- Bottalico F., Travaglini D., Fiorentini S., Lisa C., Nocentini S., 2014 – *Stand dynamics and natural regeneration in silver fir (Abies alba Mill.) plantations after traditional rotation age*. iForest, 7: 313-323. [online 2014-04-08] URL: <http://www.sisef.it/forest/contents/?id=ifor0985-007>
- Cantiani M., 1963 – *Sviluppi del metodo colturale nell'assestamento forestale*. L'Italia forestale e Montana, 18 (1): 46-48.
- Chapman R.C., Blatner K.A., 1991 – *Calculating balanced diameter distributions associated with specified residual stand densities*. J. Environ. Manage., 33: 155-160.
[http://dx.doi.org/10.1016/S0301-4797\(05\)80091-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0301-4797(05)80091-X)
- Ciancio O., Nocentini S., 2011 – *Biodiversity conservation and systemic silviculture: Concepts and applications*. Plant Biosystems An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology, 145: (2) 411-418.
<http://dx.doi.org/10.1080/11263504.2011.558705>
- Ciancio O., Corona P., Marchetti M., Nocentini S., 2003 – *Systemic forest management and operational perspectives for implementing forest conservation in Italy under a pan-European framework*. Proceedings, XII World Forestry Congress, Vol. B, Outstanding Paper, Level 1, Quebec City, pp. 377-384.
- Ciancio O., Iovino F., Menguzzato G., Nocentini S., 1995 – *Il metodo colturale: un problema di selvicoltura e di assestamento forestale*. L'Italia forestale e montana, 50 (1): 2-19.
- Ciancio O., Nocentini S., 1994 – *Gurnaud's control method and silviculture on natural basis: a forest management and silvicultural question*. L'Italia forestale e Montana, 49 (4): 336-356.
- 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" (O. Ciancio ed.), Firenze, Accademia Italiana di Scienze Forestali, pp. 21-114.
- 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.
- Corona P., Scotti R., 2011 – *Systemic silviculture, adaptive management and forest monitoring perspectives*. L'Italia Forestale e Montana, 66 (3): 219-224.
<http://dx.doi.org/10.4129/ifm.2011.3.05>
- Davis L.S., Norman Johnson K., Bettinger P.S., Howard T.E., 2001 – *Forest management: to sustain ecological, economic, and social values*. McGraw-Hill, New York, NY 2001. 4th ed. p. 804.
- De Liocourt F., 1898 – *De l'Aménagement des Sapinières*. Bulletin Société Franche Comté et Belfort.
- Ekins P., Simon S., Deutsch L., Folke C., De Groot R., 2003 – *A framework for the practical application of the concepts of critical natural capital and strong sustainability*. Ecological Economics, 44 (2-3):165-185.
[http://dx.doi.org/10.1016/S0921-8009\(02\)00272-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0921-8009(02)00272-0)
- Favre L.A., 1980 – *Cent ans de jardinage cultural contrôlé*. Journal Forestier Suisse, numéro spécial "Contrôle", pp. 651-674.
- Filotas E., Parrott L., Burton P.J., Chazdon R.L., Coates K.D., Coll L., Haeussler S., Martin K., Nocentini S., Puettmann K.J., Putz F.E., Simard S.W., Messier C., 2014 – *Viewing forests through the lens of complex systems science*. Ecosphere 5 (1): 1-23.
<http://dx.doi.org/10.1890/ES13-00182.1>
- Giacomelli C., 1878 – *Tassazione della foresta inalienabile di Vallombrosa in Toscana*. Annali del Ministero dell'Agricoltura, Industria e Commercio. Roma.
- Gove J.H., Fairweather S.E., 1992 – *Optimizing the management of uneven-aged forest stands: a stochastic approach*. For. Sci., 38 (3): 623-640.
- Gurnaud A., 1886 – *La sylviculture française et la méthode du contrôle*. Imprimerie Paul Jacquin, Besançon, p. 121.
- Gurnaud A., 1890 – *La méthode du contrôle et la tradition forestière*. Revue des eaux et forêts: 209-218.
- Hansen G.D., Nyland R.D., 1987 – *Effects of diameter distribution on the growth of simulated uneven-aged sugar maple stands*. Can. J. For. Res., 17 (1): 1-8.
<http://dx.doi.org/10.1139/x87-001>
- Hartig G.L., 1795 – *Anweisung zur Taxation und Beschreibung der Forste, oder zur Bestimmung des Holzertrages der Wälder*. Heyer, Gießen.
- Heilbron J.L., 1990 – *Introductory Essay*. In: The quantifying spirit of the Eighteenth Century. (Frangsmyr T., Heilbron J. L., Rider R. E., eds). University of California Press, Berkeley and Los Angeles, California, pp: 1-23.
- Heske F., 1938 – *German Forestry*. Yale University Press.
- Hilborn R., Walters C.J., Ludwig D., 1995 – *Sustainable exploitation of renewable resources*. Annual Review of Ecology and Systematics, 26: 45-67.
<http://dx.doi.org/10.1146/annurev.es.26.110195.000401>
- Huffel G., 1926 – *Economie forestière*. Tome III. Librairie agricole de la maison rustique, Paris, pp. 517.
- Knuchel H., 1953 – *Planning and control in the managed forest*. (Translation by M. L. Anderson). Oliver and Boyd, Edimburgh, pp. 360.
- Leopold A., 1936a – *Deer and Dauerwald in Germany. I. History*. Journal of Forestry, 34 (4): 366-375.
- Leopold A., 1936b – *Deer and Dauerwald in Germany. II. Ecology and policy*. Journal of Forestry, 34 (5): 460-466.

- Lorimer C.G., Frelich L.E., 1984 – *A simulation of equilibrium diameter distributions of sugar maple (Acer saccharum)*. Bull. Torr. Bot. Club, 111, 193-199.
<http://dx.doi.org/10.2307/2996019>
- Lowood H.E., 1990 – *The Calculating Forester: quantification, cameral science, and the emergence of scientific forestry management in Germany*. In: The quantifying spirit of the Eighteenth Century. (Frangsmyr T., Heilbron J. L., Rider R. E., eds). University of California Press, Berkeley and Los Angeles, pp. 315-342.
- Meffe G.K., Carroll C.R., 1997 – *What is conservation biology?* In: Principles of conservation biology (Meffe G.K. Carroll C.R. eds). Second edition. Sinauer Associates, Inc. Sunderland, Massachusetts, pp. 3-28.
- Messier C., Puettmann K.J., Coates K.D., 2013a – *Managing Forests as Complex Adaptive Systems. Building Resilience to the Challenge of Global Change*. Routledge, London and New York, p. 353.
- Messier C., Puettmann K.J., Coates K.D., 2013b – *The Complex Adaptive System. A new integrative framework for understanding and managing the world forest*. In: Managing Forests as Complex Adaptive Systems. Building Resilience to the Challenge of Global Change. (Messier C., Puettmann K.J., Coates K.D., eds) Routledge, London and New York, pp. 327-341
- Nocentini S., 2011 – *The forest as a complex biological system: theoretical and practical consequences*. L'Italia Forestale e Montana, 66 (3): 191-196.
<http://dx.doi.org/10.4129/ifm.2011.3.02>
- Nocentini S., Coll L., 2013 – *Mediterranean Forests: Human Use And Complex Adaptive Systems*. In: Managing Forests as Complex Adaptive Systems. Building Resilience to the Challenge of Global Change. (Messier C., Puettmann K.J., Coates K. D., eds) Routledge, London and New York, pp. 214-243.
- Pardé L., 1930 – *Traité pratique d'aménagement des forêts*. Les Presses Universitaires de France, Paris, pp. 547.
- Patrone G., 1944 – *Lezioni di assestamento forestale*. Firenze, Tip. Mariano Ricci, p. 294.
- Patrone G., 1960 – *Piano di assestamento delle foreste di Vallombrosa per il decennio 1960-1970*. Pubblicazione Azienda di Stato per le Foreste demaniali, Firenze.
- Peng C., 2000 – *Growth and yield models for uneven-aged stands: past, present and future*. Forest Ecology and Management, 132 (2-3): 259-279.
[http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127\(99\)00229-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127(99)00229-7)
- Pretzsch H., Biber P., Schütze G., Bielak K., 2013 – *Changes of forest stand dynamics in Europe. Facts from long-term observational plots and their relevance for forest ecology and management*. Forest Ecology and Management, 316: 65-77.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2013.07.050>
- Pretzsch H., 1996 – *Growth trends in forests in southern Germany*. In: Spiecker H., Mielikainen K., Kohl M., Skovsgaard J.P. (Eds.), Growth Trends in European Forests. Springer-Verlag, pp. 107-131.
- Pretzsch H., 1999 – *Waldwachstum im wandel, konsequenzen für forstwissenschaft und forstwirtschaft*. Forstw. Cbl., 118: 228-250.
<http://dx.doi.org/10.1007/BF02768989>
- Puettmann K.J., Coates D., Messier C., 2009 – *A critique of silviculture. Managing for complexity*. Island Press, Washington, p.189.
- Recknagel A.B., 1917 – *Theory and practice of working plans*. 2d ed. John Wiley & Sons, New York.
- Reed W.J., 1986 – *Optimal harvesting models in forest management a survey*. Natural Resource Modelling, 1: 55-79.
- Rist L., Moen J., 2013 – *Sustainability in forest management and a new role for resilience thinking*. Forest Ecology and Management, 310: 416-427.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2013.08.033>
- Samuelson P., 1976 – *Economics of Forestry in an Evolving Society*. Economic Inquiry, 14: 466-492.
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1465-7295.1976.tb00437.x>
- Skovsgaard J.P., Vanclay J.K., 2008 – *Forest site productivity: Review of the evolution of dendrometric concepts for even-aged stands*. Forestry, 81 (1): 13-31.
<http://dx.doi.org/10.1093/forestry/cpm041>
- Spiecker H., Mielikäinen K., Köhl M., Skovsgaard J.P. (eds.), 1996 – *Growth Trends of European Forests: Studies from 12 Countries*. Springer Verlag, Berlin.
<http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-61178-0>
- Tahvonen O., 2004 – *Optimal Harvesting of Forest Age Classes: A Survey of Some Recent Results*. Mathematical Population Studies, 11: 205-232.
<http://dx.doi.org/10.1080/08898480490513616>
- Valentine H.T., 1997 – *Height growth, site index, and carbon metabolism*. Silva Fenn., 31: 251-263.
<http://dx.doi.org/10.14214/sf.a8524>
- Wagner S., Nocentini S., Huth F., Hoogstra-Klein M., 2014 – *Forest management approaches for coping with the uncertainty of climate change: trade-offs in service provisioning and adaptability*. Ecology and Society 19 (1): 32. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-06213-190132>.
- 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.

L'INVENTARIO DELLE FORESTE URBANE E PERIURBANE IN REGIONE LOMBARDIA

Enrico Calvo¹, Elisa Barbante¹, Ivana Dentamaro¹, Veronica Cappa²

¹Dipartimento Montagna e Territorio Rurale, ERSAF Lombardia, Milano; enrico.calvo@ersaf.lombardia.it

²Struttura Servizi Idrogeologici e Progetti EXPO, ERSAF Lombardia, Milano

Con il progetto Life EMoNFUr (LIFE + 10 ENV/IT/399) è stato realizzato l'Inventario delle Foreste Urbane e Periurbane della Regione Lombardia. Attraverso questo lavoro sono state identificate e classificate tutte le superfici forestali riconosciute entro l'area di ambito urbano classificato secondo il metodo Moland mod. definendone le principali caratteristiche spaziali e forestali. Complessivamente l'inventario ha classificato il 21% delle foreste lombarde come foreste urbane, interessanti 714 comuni lombardi (46,24 del totale) e con la presenza di più di 8 milioni di abitanti. Le foreste urbane si distribuiscono per il 19,30 in pianura, il 50,85% in collina ed il restante 29,85% in montagna. L'insieme dei dati presentati, che evidenziano la particolare distribuzione delle foreste urbane lungo l'asse est-ovest della regione a cavallo dei principali insediamenti urbani tra Brescia e Varese e delle principali direttrici infrastrutturali, evidenzia da una parte la criticità del rapporto tra foreste e territorio urbano, dall'altra il potenziale valore che tali foreste assumono per garantire alle popolazioni una qualità di vita migliore. Con questo inventario Regione Lombardia si è dotata uno strumento utile e necessario per la pianificazione e il monitoraggio delle foreste urbane, che in regione hanno una grande rilevanza per il ruolo da esse giocate nel migliorare la qualità ambientale di un'urbanizzazione estesa e diffusa e fortemente popolata.

Parole chiave: inventario forestale, foreste urbane, Lombardia, aree periurbane.

Keywords: forest inventory, urban forests, Lombardy, periurban areas.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-ec-inv>

1. Premessa

Da tempo le Foreste Urbane e Periurbane (UPF) hanno acquisito il riconoscimento di sistemi biologici di importanza primaria per un equilibrato sviluppo delle società metropolitane, particolarmente di fronte ai continui processi di urbanizzazione e di consumo di suolo che si continua a registrare soprattutto nell'area padano-veneta.

Il tasso di urbanizzazione del territorio, infatti, registrato nella Provincia di Monza-Brianza, il più alto a livello nazionale, è pari al 55% e numerosi sono i Comuni, anche in provincia di Milano, che superano soglie di urbanizzazione dell'80-90% del loro territorio. In tale contesto la presenza di superfici a verde (sia di tipo agricolo, che urbano, che naturale) rappresentano spazi fondamentali sia per una più corretta gestione del territorio (per esempio di fronte al problema del *soil sealing*), che per la difesa della biodiversità, oltre che per il benessere delle popolazioni cittadine: la Relazione annuale 2013 del Comitato per lo sviluppo del verde pubblico ne descrive i principali aspetti.

Tra le diverse forme di verde che possono contribuire a mitigare gli impatti dell'eccessiva urbanizzazione, le foreste ne costituiscono certamente l'espressione migliore, sia per dimensioni che per qualità ecologica, sia che si tratti di formazioni naturali più o meno residuali o

di formazioni di nuova e più o meno recente costituzione.

Le UPF hanno quindi particolari specificità: da una parte, infatti, crescono e sopravvivono in o in prossimità di contesti che ordinariamente non sono loro naturalmente propri, per il livello di artificiosità ambientale e di impatto che subiscono; dall'altra, forniscono in modo diretto ed evidente un'ampia gamma di servizi alla popolazione, di cui la tradizionale fornitura di legname è normalmente il meno significativo. A queste foreste potrebbe essere quindi legittimo assegnare la definizione di "*foreste terziarie*", per la diversità che esprimono rispetto a tutte le altre formazioni forestali.

Tuttavia, a fronte della rilevanza delle funzioni svolte da queste formazioni, non esiste a tutt'oggi alcuno strumento conoscitivo che permetta di identificare l'estensione, la distribuzione e le caratteristiche delle UPF.

Il presente contributo intende illustrare gli esiti di un lavoro condotto nell'ambito del progetto LIFE+ 10 ENV/IT/00399 EMoNFUr "*Establishing a monitoring network to assess lowland forest and urban plantation in Lombardy and urban forest in Slovenia*" relativo alla identificazione delle superfici forestali in ambito urbano e periurbano in regione Lombardia (www.emonfur.eu). Si tratta, probabilmente, della prima esperienza inventariale di questo genere in Italia, dal momento che lo stesso Inventario Forestale Nazionale e del carbonio non clas-

sifica le foreste urbane come ambito di rilevamento ed elaborazione dei dati.

2. Approccio metodologico

La definizione di foresta urbana e periurbana concettualmente è abbastanza chiara e può essere sinteticamente rappresentata dalla Figura 1.

Tuttavia, se non è difficile riconoscere le foreste urbane, considerate come quelle che stanno all'interno o a contatto con l'ambito urbano, più complesso è identificare le foreste che stanno nello spazio periurbano, concetto che non ha una sua codificata definizione condivisa.

Varie esperienze hanno superato tale problema rappresentando le foreste urbane, in senso lato, come quelle formazioni boschive che stanno all'interno di un *buffer* dell'area urbana.

Così, per esempio, l'Inventario Forestale Francese (L'IF, 2006), identifica le foreste urbane, più propriamente le foreste "sotto influenza urbana", come quelle formazioni che stanno nel buffer di 10 km dal perimetro delle unità urbane (intese queste come aree di almeno 50.000 abitanti), ad eccezione dell'unità urbana di Parigi per la quale la zona di estensione è fissata a 50 Km.

L'Inventario Forestale del Marocco (2010) pone invece questo limite a 30 km, mentre per la città di Ljubljana (SLO) sono classificate urbane le superfici forestali risultanti all'interno di un buffer di 1 km di distanza dalla rete dei trasporti pubblici (Hladnik e Pirnat, 2011).

La definizione di periurbano è invece più complessa e contrastata.

A livello europeo non esistono definizioni comuni per l'identificazione di aree periurbane ed alcuni progetti hanno cercato di darne una definizione, con successiva rappresentazione cartografica:

- L'OCSE (2006) definisce un concetto di ruralità, attraverso il quale è possibile classificare le aree come Prevalentemente Urbane (PU), Intermedie (IR) o Prevalentemente Rurali (PR) sulla base della densità abitativa (urbano >150 ab./kmq). L'approccio OCSE è stato ripreso dalla UE (Decisione 2006/144 CE) che ha aggiunto alla densità abitativa, altri due criteri: la percentuale di popolazione residente nelle comunità rurali (> 50%) e la dimensione del principale centro urbano ricadente nella regione;

- Il progetto PLUREL (www.plurel.net) identifica le aree periurbane come "*uno sviluppo discontinuo del costruito contenente insediamenti inferiori ai 20.000 abitanti, con una densità media abitativa di almeno 40 persone per ettaro (media su celle di 1kmq)*";

- La "urban morphological zone (UMZ)" descrive il tessuto urbano di un'area in base alle classificazioni di copertura del suolo, solitamente il Corine Land Cover. Una UMZ è definita come "*A set of urban areas laying less than 200 m apart*" (Simon *et al.*, 2010) ovvero un insieme di aree urbane distanti tra di loro meno di 200m" (Casalegno, 2011);

- Il metodo AGAPU, a cura del CRASL (Centro di Ricerca per l'Ambiente e lo Sviluppo Sostenibile della Lombardia) dell'Università Cattolica di Brescia (Pareglio, 2013), basandosi sulla valutazione di 6 indicatori, classi-

fica il territorio in 4 classi: urbano, periurbano, rurale e montano/naturale.

Ai fini del presente lavoro si è adottato il modello Moland, (<http://moland.jrc.it> - JRC, 2004) che identifica l'area periurbana come un buffer della superficie urbana (superfici artificiali" del Corine Land Cover), calcolato con la seguente formula = $0.25 \times \sqrt{A}$.

Tale modello è stato applicato su base comunale, con alcune modifiche:

- Riclassificazione dei comuni in "urbano" se: $S_{urbana} + S_{periurbana} > 25\%$ della S_{totale} così come definito dall'INSOR (Storti, 1994);

- inclusione nell' "area primaria" di quei comuni che risultano isolati all'interno dell'area primaria stessa dall'elaborazione INSOR. Questa inclusione è dettata dal fatto che non trovano significato aree "non urbane" in un intorno "urbano";

- esclusione dei comuni, esterni all'area primaria, con un numero di abitanti <10.000.

Questa classificazione, quindi, definisce l'area "urbana" distinta da quella rurale ed è basata sui limiti amministrativi dei comuni rispondendo meglio alle finalità di un inventario e della sua gestione.

Nell'ambito di tale aree, rispetto alle finalità dell'inventario, non è più essenziale distinguere tra zona urbana e zona periurbana. Di fatto, la prima si identifica con l'area urbanizzata così come classificata dai diversi strumenti cartografici adottati, mentre la zona periurbana è la rimanente parte del territorio comunale.

Una volta definita l'area di interesse secondo il modello adottato si è proceduto a costruire un data base con le informazioni derivanti dai diversi strati delle carte forestali regionali, ed identificando le UPF come le superfici forestali (così come identificata dalla legge regionale) ricadente nell'ambito di un comune classificato urbano.

Tale definizione di "Foresta urbana" è da intendersi valida ai fini statistici ed inventariali e non è da intendersi in contrapposizione con il concetto di "Urban Forests" di Konijnendijk (2003) e Agrimi (2013).

3. Le Foreste Urbane e Periurbane in Regione Lombardia

3.1 Il territorio urbano

Secondo il modello Moland modificato applicato in questo inventario, in Regione Lombardia sono definibili urbani 7.566,81 Km² del territorio, pari al 31,70% del totale, appartenenti a 714 comuni, che costituiscono il 46,24% del totale (Figura 2).

La distribuzione, ovviamente, non è equivalente: la Provincia di Monza Brianza è ricompresa per il 100%, Varese per il 90,69% e Milano per l'86% del territorio, rispettivamente per il 100%, 92,20 e 90,3% dei comuni.

In posizione intermedia si trovano le province prealpine: Como (38,81% del territorio e 53,13% dei comuni), Bergamo (34,23% e 50,82%), Brescia (34,07% e 41,75%). Tra tutte le province agricole o di montagna, con percentuali < al 15%, fa eccezione Lodi, con il 39% di territorio urbano ed il 39,34% dei comuni.

3.2 *Le Foreste Urbane*

La superficie forestale urbana in Regione Lombardia è di ha. 130.431,09, pari al 21% della superficie forestale regionale stimata dal Rapporto Stato Foreste della Lombardia al 31.12.2012 (Regione Lombardia, ERSAF, 2013). La maggiore distribuzione si trova in provincia di Varese, con il 30,92% delle UPF, che rappresenta addirittura il 73,85% delle foreste provinciali. Tale dato, però, non è insolito: in Monza raggiunge addirittura il 100%, e Milano il 72,68% (Figura 3).

Se si eccettua poi il caso di Sondrio (1,70%) e di Pavia (6,60%), negli altri casi tale valore si situa tra il 13,46% di Cremona e il 29,64% di Como. Rispetto all'intero ambito, raggiungono valori significativi di rappresentatività anche le province di Bergamo, Brescia e Como. L'indice di boscosità a livello generale è pari al 17,24%, a fronte del 33,16% dell'area rurale e del 26% dell'intera regione.

Tale valore ha il suo massimo a Sondrio (54,64%) e nelle province prealpine, e minore nelle province di pianura.

La superficie forestale media per comune in ambito urbano è pari a 182,66 ha/comune, mentre a livello regionale è di 402,45 ha/comune. Anche in questo caso, ovviamente, le differenze tra province sono molto forti, dai 310,21 ha a Varese ai 61,97 ha a Monza. Il confronto con i dati medi generali evidenziano ancora lo stesso andamento degli indici di boscosità: anche in questo caso il dato medio della provincia di Mantova è superiore nell'urbano rispetto al territorio provinciale, ma questo è pienamente giustificato dalla elevata presenza di boschi (in primis il Bosco Fontana) in quei pochi comuni urbani, rispetto alla scarsità di presenza di boschi nel resto del territorio.

Un'importante distinzione si ha, ovviamente, tra pianura, collina e montagna (Figura 4).

Le UPF in pianura raggiungono i 25.170,51 ha, pari al 54,24% dell'intero patrimonio forestale in quest'area e al 19,30% delle intere foreste urbane. La quota principale si ritrova nelle province di Milano, ha 7.898,39, e Varese, ha 6.410,95. L'indice di boscosità media delle UPF in pianura è pari al 5,60%, con sette province che stanno al di sotto di tale valore (Bergamo, Brescia, Cremona, Lodi, Mantova, Pavia), Milano è simile (5,8%), le altre al di sopra, fino al 24,28% di Varese e al 25,57% di Como. La media della superficie boscata urbana per comune è di ha 68,96: Milano anche in questo caso è quella più vicino alla media (65,28 ha/comune), ma la distribuzione è molto ampia tra i 19,06 ha/comune in provincia di Bergamo e i 291 ha/comune in provincia di Varese.

La superficie forestale in collina è di ha 66.325,15, l'81,15% delle foreste collinari ed il 50,85% delle foreste urbane. L'indice di boscosità media è di 27,74%, mentre la superficie forestale media per i 277 comuni di collina è di ha 207,5.

Nei 72 comuni di montagna classificati urbani, la superficie forestale è di ha 38.935,41 ha, pari al 7,89% dei boschi montani ed al 29,85% dei boschi urbani. In tutti i casi l'indice di boscosità è elevato: media 55,97%, con un valore massimo del 69,19%.

La superficie di boschi urbani per comune è pari ad ha 540,76, con un massimo di ha 1.229,43 per la provincia di Brescia.

3.3 *Struttura spaziale delle foreste urbane*

La Tabella 1 riporta i dati della distribuzione del numero dei comuni per classi di superficie forestale. Quasi la metà dei comuni a livello generale si colloca nella classe di superficie superiore a 100 ha, però è rilevabile un congruo numero di comuni (154, pari al 21,56%) che presentano aree boscate inferiori a 15 ha complessivi.

Il dato è più interessante e significativo per livelli altimetrici: in pianura la percentuale maggiore si colloca nella classe di superfici 15-50 ha, mentre per collina e montagna il dato è naturalmente collocato nella classe maggiore.

Anche in questo caso è interessante evidenziare la percentuale di comuni, in area di pianura, che si colloca nelle classi inferiori.

L'intera superficie boscata urbana è ripartita complessivamente in circa 30.000 parcelle (patches), che quindi hanno una superficie media di poco più di 4 ha. La distribuzione di tale tessere a livello provinciale evidenzia che:

- la densità di patches/km² ha il suo minimo in provincia di Mantova (0,88) e massimo a Varese (8,13);
- la dimensione media è minima a Monza (ha 1,88/patches) e massima a Sondrio (8,47);
- la percentuale di patches boscate che presentano una superficie maggiore di 15 ha (considerata questa la soglia di valore eco sistemico) è minima a Mantova (1,36%) e massima a Como (12,74%);
- la percentuale di superficie compresa in patches di dimensione superiore a 15 ha è minima a Lodi (18,17%) e massima a Como (74,21%).

L'insieme di questi dati esprime non solo il grado di frammentazione delle aree boscate, ma permette di stimare anche la distanza media tra le patches, indicatore importante per valutare il grado di connessione ecologica dei sistemi.

La minore distanza media è stata calcolata per la provincia di Sondrio, con una distanza media di 63 ml. La maggiore distanza media è riscontrata invece in provincia di Mantova con 863 ml, non compensati dall'eventuale presenza di siepi e filari, che nella stessa provincia raggiunge la media di 20,36 ml/ha.

I dati a livello di zone altimetriche evidenziano meglio il fenomeno della distribuzione spaziale: naturalmente la pianura presenta condizioni di debolezza strutturale, con valori decisamente bassi.

3.4 *Tipologie forestali delle foreste urbane*

Le principali categorie forestali rappresentate a livello regionale nei boschi urbani sono le seguenti:

- Castagneti, 20,9%
- Querceti diversi, 18,4
- Robinieti e formazioni antropogene, 18%
- Orno-ostrieti, 12,5

La distribuzione per orizzonti altimetrici vede un diverso ordine, con i robinieti che dominano l'area di pianura, mentre maggiore articolazione tra le diverse categorie si

ritrova in collina ed in montagna, con spesso una quasi equivalente distribuzione tra castagneti e querceti. Le quattro principali categorie forestali distribuite nelle province è evidente funzione delle caratteristiche ecologiche del territorio: nelle province prealpine sono predominanti le formazioni collinari, mentre nelle province di pianura dominano le formazioni antropogene ed i robinieti. Fa eccezione la provincia di Mantova, in cui la categoria principale è rappresentata dai Quercio-carpineti, grazie, in particolare, al contributo dato da “Bosco Fontana”, sulla modesta entità delle superfici forestali mantovane.

3.5 Foreste urbane e popolazione

I 130.431,09 ha di boschi urbani dei 714 comuni interessano più di 8 milioni di cittadini lombardi, che costituiscono l'81,88% dell'intera popolazione regionale. Se la superficie media di bosco regionale a disposizione per ogni cittadino lombardo raggiunge i 626 m²/ab., nell'ambito dei comuni urbani tale valore è di soli 161 m²/ab. Ad eccezione di Sondrio, che si avvicina alla media regionale, in tutte le situazioni, anche quelle di maggiore presenza forestale come Varese, Bergamo e Brescia, si hanno valori ben al di sotto della media regionale: il minimo valore è a Mantova, con soli 29 m² di bosco urbano per abitante.

4. Conclusioni

I boschi classificati urbani in Lombardia raggiungono i 130.431 ha, pari al 21% dei boschi regionali.

714 sono i comuni interessati che corrispondono al 46,24% di tutti i comuni lombardi, ma in essi risiede più dell'80% della popolazione. Nell'ambito della collina e della pianura i boschi urbani rappresentano rispettivamente l'81% e il 54% delle superfici forestali, presenti nell'89% e 46% dei comuni. La media di superficie boscata presente in ciascun comune è di 183 ha, con un indice di boscosità del 17%, valori non elevati ed al disotto della media regionale. Tali valori sono notevolmente più bassi nelle aree di pianura (69 ha e

5,6%), ad indicare una condizione di presenza forestale decisamente non adeguata rispetto alle necessità di equilibrio ecologico del territorio e di qualità e benessere delle popolazioni. Nell'ambito dei 365 comuni di ambito urbano della pianura, infatti, vivono 5.758.893, a cui corrisponde una quota di 48 mq di bosco per abitante. Per il 70% della superficie questi boschi sono costituiti da formazioni di buona od elevata qualità di composizione specifica, con un peggioramento della stessa nell'ambito di pianura dove dominano i robinieti e le formazioni antropogene.

L'insieme dei dati presentati, che evidenziano la particolare distribuzione delle foreste urbane lungo l'asse est-ovest della regione a cavallo dei principali insediamenti urbani tra Brescia e Varese e delle principali direttrici infrastrutturali, evidenzia da una parte la criticità del rapporto tra foreste e territorio urbano, dall'altra il potenziale valore che le tali foreste assumono per garantire alle popolazioni una qualità di vita migliore. L'Inventario delle Foreste Urbane Periurbane può costituire pertanto uno strumento fondamentale per governare le politiche regionali indirizzate a queste specifiche formazioni che giocano un ruolo fondamentale nel fornire essenziali servizi eco sistemici alle popolazioni urbane e per una migliore qualità di sviluppo del territorio. L'inventario realizzato con il Progetto LIFE EMoNFUr ha identificato l'oggetto dei suoi interessi nelle formazioni boschive appartenenti a quei comuni che, per specifiche condizioni urbanistiche, si possono classificare come urbani.

Tale metodo di attribuzione, applicato a scala comunale, permette così di monitorare e gestire nel tempo i dati, riconoscendo quindi alle foreste esistenti un valore particolare, e di integrare facilmente nella banca dati quelle aree che per successiva dinamica urbanistica acquisiscono i caratteri di urbanità.

La prospettiva di sviluppo è integrare le attuali informazioni con quelle di carattere più specificatamente forestali allo scopo di avere anche un quadro ricognitorio di maggior ricchezza.

Tabella 1. Distribuzione dei comuni per classi di superficie.
 Table 1. Distribution of the municipalities according to area categories.

<i>SUPERFICI FORESTALI PER CLASSI DI SUPERFICIE E PROVINCIA</i>						
<i>Province</i>	<i>Numero comuni con sup. forestali:</i>					
	<i>< 1 ha</i>	<i>1-5 ha</i>	<i>5 – 15 ha</i>	<i>15- 50 ha</i>	<i>50-100 ha</i>	<i>>100 ha</i>
BERGAMO	17	16	14	18	12	47
BRESCIA	5	4	13	13	11	40
CREMONA	0	0	0	1	0	2
COMO	0	0	2	7	15	61
LECCO	1	0	3	13	18	19
LODI	0	2	8	11	2	1
MANTOVA	1	1	2	0	2	3

(Segue Tabella 2)

MILANO	6	13	27	34	20	21
MONZA-BRIANZA	0	4	9	20	10	12
PAVIA	0	1	1	6	5	8
SONDRIO	0	0	0	0	0	2
VARESE	3	0	1	3	21	102
TOTALE	33	41	80	126	116	318
%	4,62	5,74	11,20	17,65	16,25	44,54

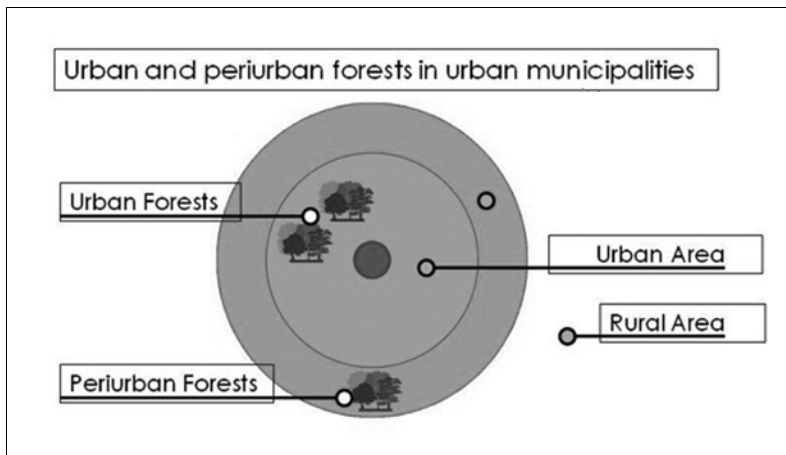


Figura 1. Rappresentazione schematica della collocazione delle foreste urbane e periurbane.
 Figure 1. Schematic representation of the location of urban and periurban forests.

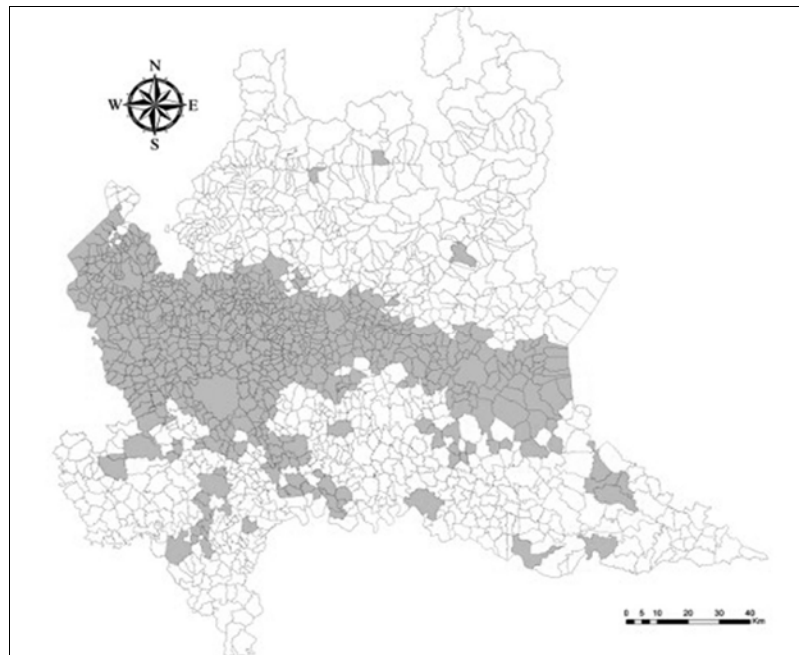


Figura 2. Comuni lombardi classificati come urbani, secondo il Modello Moland modificato.
 Figure 2. Lombardy municipalities classified as urban, according to the modified Model Moland.

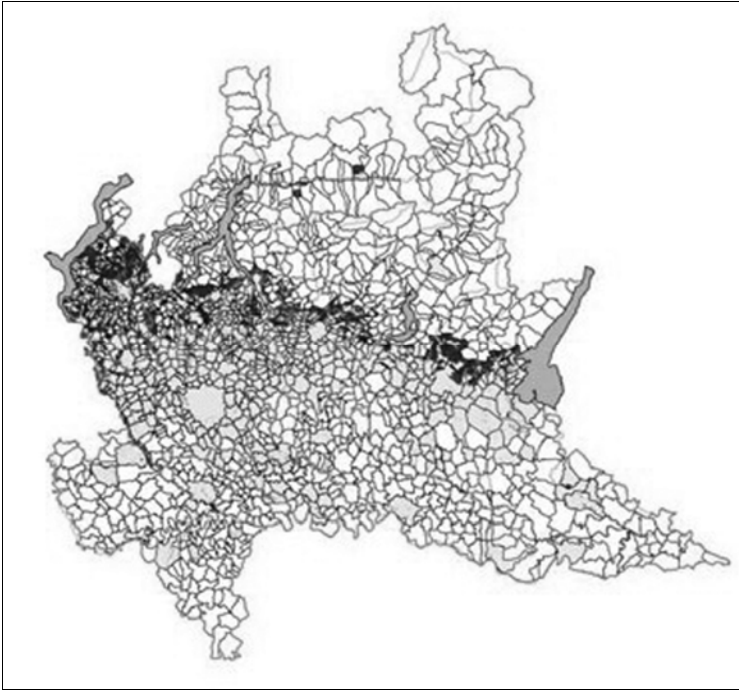


Figura 3. Superficie forestale urbana in Lombardia.
 Figure 3. Urban forest area in the Lombardy Region.

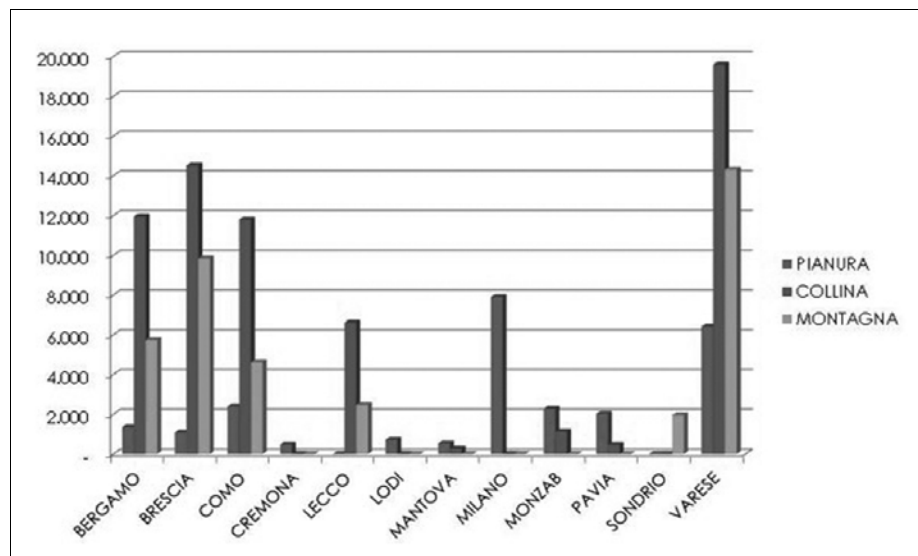


Figura 4. Superficie forestale urbana per livelli altimetrici.
 Figure 4. Urban forest area according to heights levels.

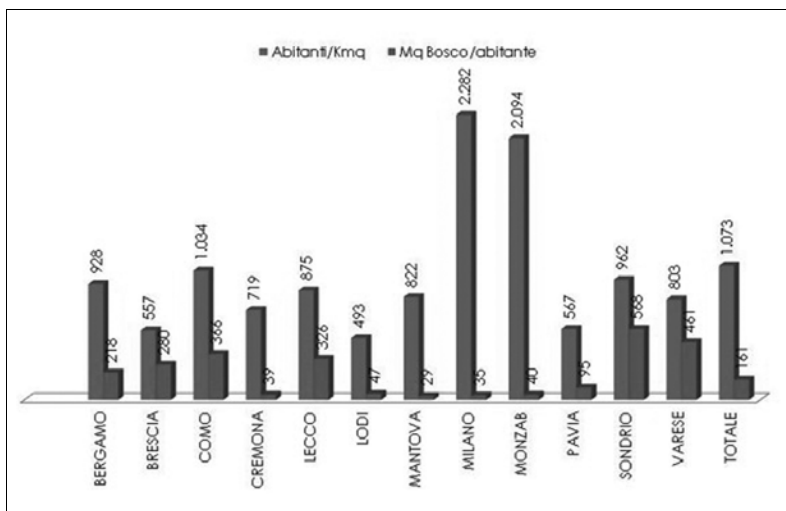


Figura 5. Densità abitanti sul territorio a livello provinciale e disponibilità di superficie boscata urbana per abitante.
 Figure 5. People density on the territory at provincial level and availability of urban wooded area per capita.

SUMMARY

Inventory of urban and periurban forests in Lombardy Region

The realization of the Inventory of urban forests in Lombardy region was a main objective of the Life project Emonfur (LIFE + 10 ENV/IT/399). At present, this inventory is the first case in Italy of definition and representation of the urban forests. The regional inventory of urban forests are important tools for land use planning, management and valorization of urban forests. The inventory identified and classified all the forest areas recognized within the urban area that were defined according to the Moland method mod. This model describes the main forest features and spatial characteristics of this area. Overall, the inventory classified 21% regional areas as urban forests, which concern 714 municipalities (46% of the total) and over 8 million of inhabitants. The 19.3% of urban forests is in the plains, 50.8% in the hills and the remaining 29.9% in the mountains. With the inventory, Lombardy Region adopted useful tool for the planning and monitoring of urban forests which play an important role in improving the environmental quality of the regional densely urbanized populated area.

BIBLIOGRAFIA

Agrimi M., 2013 – *Significato e ruolo della “foresta urbana” nella gestione territoriale in Italia*. L'Italia Forestale e Montana, 68 (1): 11-23.
<http://dx.doi.org/10.4129/IFM.2013.1.01>

Casalegno S., 2011 – *Urban and Peri-Urban Tree Cover in European Cities: Current Distribution and Future Vulnerability Under Climate Change Scenarios*. In: Global warming impacts: case studies on the economy, human health, and on urban and natural environments. Editor: S. Casalegno, Fondazione Bruno Kessler.

<http://dx.doi.org/10.5772/1935>

Haut Commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte Contre la Désertification, Royaume du Maroc, 2010 – *Guide des Forest urbaines et périurbaines*.

Hladnik D., Pirnat J., 2011 – *Urban forestry-Linking naturalness and amenity: The case of Ljubljana, Slovenia*. Urban forestry & Urban Greening, 10 (2): 105-112.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.ufug.2011.02.002>

JRC, 2004 – *The MOLAND model for urban and regional growth forecast - A tool for the definition of sustainable development paths*

Konijnendijk C.C., 2003 – *A decade of urban forestry in Europe*. Forest Policy and Economics, 5 (3): 173-186.

[http://dx.doi.org/10.1016/S1389-9341\(03\)00023-6](http://dx.doi.org/10.1016/S1389-9341(03)00023-6)

L'IF, 2006 – *Un cinquième de la forêt française sous influence urbaine*. 11:1-8.

OCSE, 2006 – *The new rural paradigm: policies and governance*. OECD Publications, Paris

Pareglio S., 2013 – *Analisi e governo dell'agricoltura periurbana. Rapporto finale di ricerca*. Editoriale Fondazione Lombardia per l'Ambiente

Regione Lombardia, ERSAF, 2013 – *Rapporto sullo Stato delle Foreste Lombarde – Anno 2012*.

Storti D., 2000 – *Tipologie di aree rurali in Italia*. Istituto Nazionale di Economia Agraria. Collana Studi e Ricerche, pp. 71.

CLIMATE SIGNALS DERIVED FROM DAY-TO-DAY ANALYSIS: CLIMATE SENSITIVITY OF *PICEA ABIES* IN TRENTINO

Claudia Coccozza¹, Caterina Palombo¹, Monica Anichini², Roberto Tognetti³, Alessio Giovannelli², Nicola La Porta^{3,4}, Giovanni Emiliani²

¹Dipartimento di Bioscienze e Territorio, Università del Molise, Pesche, Italy; claudia.coccozza@unimol.it

²Laboratorio di Xilogenesi, Istituto per la Valorizzazione Legno e delle Specie Arboree (IVALSA), Consiglio Nazionale delle Ricerche, Sesto Fiorentino, Italy

³Dipartimento di Bioscienze e Territorio, Università del Molise; The EFI Project Centre on Mountain Forests (MOUNTFOR), Edmund Mach Foundation, San Michele all'Adige, Italy

⁴The EFI Project Centre on Mountain Forests (MOUNTFOR), Edmund Mach Foundation; Department of Sustainable Agro-Ecosystems and Bioresources, IASMA Research and Innovation Centre, Edmund Mach Foundation, San Michele all'Adige, Italy

Climate changes directly affect tree growth. Tree performance under changing conditions is maintained by xylem structure that determines the hydraulic and mechanical properties of a stem. The interest for the understanding of how trees grow during the climate change has led to the development of efficient methods for measuring and monitoring growth. Xylogenesis and annual radial increments of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) in Trentino (Eastern Italian Alps) were monitored between 2010 and 2012 with automatic dendrometers and cell analysis. The analyses of intra-annual dynamics of wood formation were used to describe seasonal changes in xylem differentiation phases and to calculate the timing of cell development in Norway spruce. The investigation was conducted in two sites at different elevation, Savignano (650 m a.s.l.) and Lavazè (1800 m a.s.l.), to detect the effect of climate signals in the day-to-day dynamics of wood formation. Dendroclimatological analysis was performed to examine the relationship between the formation of tree rings of Norway spruce and climatic parameters in two contrasting sites. Climate-growth relationships were analyzed using correlation function analysis and moving correlation function, detecting relations between phenological phases of wood formation and seasonal patterns of temperature and precipitation. Effects of climatic variables on stem diameter variation and cell structure were examined, respectively, daily and each 15 days. The results were interpreted according to the dynamics of forest vegetation and synchronicity of cambial activity with meteorological parameters. Models of cambial and tree growth are required to improve the predictive power of ecosystem process models, in which tree growth is often an essential and complex component.

Keywords: cell structure, tree-ring, dendroclimatology, tree growth response, moving correlation analysis.

Parole chiave: struttura cellulare, anello annuale, dendroclimatologia, risposte di crescita, analisi di correlazione.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-cc-cli>

1. Climate disturbances and effects on tree growth and survival

European forests are continuously exposed to increasing disturbances due to ongoing climatic changes. These changes impact the forest carbon budget and are suggested to contribute to the recently observed carbon sink saturation in European forests throughout the twentieth century (Seidl *et al.*, 2014). The exponential increase of vapor pressure deficit (VPD) with warming air temperature, at constant absolute humidity, may trigger changes in the sensitivity and vulnerability to disturbances, which in turn may increase the risk of tree mortality once the threshold of tree resilience is overcome (Fig. 1).

We generally think of gradual linear changes in climate and ecosystem status. However, abrupt climatic change

can lead to abrupt ecosystem change, while gradual climatic change may also trigger abrupt ecosystem change. Forests will, therefore, have to adapt to non-linear risk of erratic and extreme weather events, such as prolonged drought, heat waves, storms and floods (Lindner *et al.*, 2010). In particular, increasing droughts and warm temperatures are supposed to induce “physiological stress” (because of water and carbon imbalance), determining “forest mortality” under a changing climate (Allen *et al.*, 2010), contributing to abrupt ecosystem changes.

Tree mortality constitutes a major element of forest dynamics, influencing species distributions, energy fluxes, hydrological processes, and carbon fluxes (Adams *et al.*, 2009). However, the processes of tree death are poorly understood, since they often result from a complex of multiple abiotic and biotic environmental factors that

occur consecutively in time. Tree mortality can be described in terms of *growth-dependent* mortality factors, which affect tree vigor, sometimes for decades prior to death, also due to opportunistic pathogens of host chronic weakness, and *growth-independent* factors, which directly lead to tree death, often without being detectable in tree growth pattern. The critical importance of understanding climate sensitivities of forests is associated with the mechanisms that trigger plant mortality and drive vegetation change and their implications for assessments of climate change impacts and consequent land surface-atmospheric feedbacks (Anderegg *et al.*, 2013). For instance, drought has been frequently discussed as a trigger for forest decline (Eilmann *et al.*, 2011), causing directly mortality via hydraulic failure in extreme events (Bréda *et al.*, 2006), or indirectly as a persistent weakening of trees by reducing carbon storage (McDowell *et al.*, 2008; Deslauriers *et al.*, 2014). At an increase of drought stress corresponds a reduction of tree tolerance to stress factors (Rebetz and Dobbertin, 2004), as well as phyllophagous insects, pathogenic fungi, frost, air pollutants and mechanical injury, which may lead to a strongly decrease in tree vigor. Consequently, the impacts of regional tree die-off can produce change in forest growth conditions acting as a combination of abiotic stress (e.g., drought spells and heat waves) and amplifying biotic agents able to reduce ecosystem resilience (Van Leeuwen *et al.*, 2000). For instance, the reduction of habitat for wildlife and ecosystem potential to sequester carbon can induce the enhancing of opportunities for invasion by exotic species and formation of novel communities, with consequences in alterations of hydrologic cycle and temporal disruptions in ecosystem goods and services (Adams *et al.*, 2009). Water shortage, in particular, is likely to become a major factor limiting species distribution and establishment in the near future (IPCC, 2007), leading to increased forest decline and rapid decline-induced vegetation shifts (Eilmann *et al.*, 2011).

2. Tree adaptation detection

Emerging drought risks for trees have effects on the anatomical structure, as well as on the physical and chemical properties of wood. However, trees have evolved phenological, morphological and physiological adaptation systems to cope with drought conditions (Battipaglia *et al.*, 2010; Pineda-Garcia *et al.*, 2013), inducing specific patterns of cambial activity and changes in xylem-hydraulic conductivity and vulnerability to cavitation (Sperry, 2011).

Climate change has been also implicated in shifting phenological patterns of wood formation and bud burst, such as the timing and duration of the growing season across a wide variety of ecosystems (Rossi *et al.*, 2013). However, biological processes frequently follow more complex and non-linear response patterns, according to limiting factors that generate shifts and discontinuities (Rossi *et al.*, 2013). Thus, the shift of one phenological phase is associated with synchronous and comparable shifts of the following phases. However, small increases in the duration of xylogenesis could correspond to a

substantial increase in cell production. These findings suggest that changes of the length of the growing season could be substantial in terms of cell production and carbon uptake by trees, and consequently forest productivity (Rossi *et al.*, 2013). Modifications of the environmental conditions that affect plant phenology could potentially engender disproportionate responses in plant growth mechanisms (Fig. 2). Tree performance under changing conditions is maintained by the xylem structure, that determines the hydraulic functionality and mechanical properties of a stem. In this sense, tree ring anatomy and stem diameter monitoring can provide a mechanistic and functional understanding of xylem plastic responses, which can differ in times and fulfill differing functions that define climate-growth relationships (Fonti *et al.*, 2013).

The cause-effect relationships between xylogenesis, structure and function of the xylem can be linked through a concerted effort involving multiple disciplines, as functional ecology, wood anatomy, plant genetic, physiology and dendrochronology (Battipaglia *et al.*, 2014). The activation and cessation of plant growth during the seasonal course has been mainly related to temperature and water availability (Eilmann *et al.*, 2011; Coccozza *et al.*, 2012).

The complexity of the interaction between environmental conditions and growth dynamics is indicated by the varying degree of temporal correspondences between stem radius variations and specific climate variables (e.g., Zweifel *et al.*, 2010).

The irreversible radial growth and the reversible living-cell dehydration-rehydration processes are related to the depletion and replenishment of stem water stored in woody tissues, and they are detectable through stem diameter variations obtained from daily dendrometer measurements (Steppe *et al.*, 2006). Turgor pressure drives irreversible cell expansion and deposition of wall polymers, that define cellular enlargement and, consequently, radial growth, as water-dependent processes (Deslauriers *et al.*, 2007).

For instance in conifers, the tissue water-content-related stem diameter variations are largely determined by soil water availability and atmospheric VPD (Zweifel *et al.*, 2005). Whereas, phase duration, taken as an indicator of the reversible changes in stem radius, depends mainly on transpiration and sap flow (Steppe *et al.*, 2006).

3. A study case: high-resolution analysis of stem growth in *Picea abies* in Northern Italy

Significant interest in how trees grow has led to advances in several methods for measuring and monitoring stem diameter variation, each of them with their own advantages and disadvantages. Timing and dynamics of xylogenesis are crucial aspects for understanding the effects of climate changes on forest ecosystems because they represent the time “window” in which environmental factors directly affect growth (Rossi *et al.*, 2007). Dynamics of wood formation are similar in all species; the onset of cell production occurs in the first part of the growing season, while cambial activity, synchronized with photoperiod, reaches maximum rates

during summer solstice (Rossi *et al.*, 2007). Intra-annual high-resolution stem growth analysis is a first attempt to better understand mechanisms of tree growth processes in relation to the environment. A general hypothesis is that changes in cambium phenology with increasing temperature will be more consistent at higher elevations, with significant variation in rate and duration of the cell division, enlargement and lignification, than at mid-low elevation.

Although the complex interactions between environmental conditions and plant traits are non linear responses and dendrometric records remain often difficult to interpret, the sensitivity of signal recording in the present experiment enabled to determine synchronisation between plant signals and environmental variables.

The sensitivity of tree growth components (change from each measured value to the next) to environmental conditions was tested through high-resolution approaches capable to detect changing in time (dendrometers) and space (cambium anatomy). These tools gave us the possibility to detect (i) stem radius variations (irreversible and reversible radius variation), and (ii) the seasonal course of cambium activity, as a result of the ability of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) to adapt to local conditions. We expected that the changing temperature affects the timing and capacity of cell production of cambium, allowing at lower elevation a longer growth season, and resulting in increased cell production and radial growth. In order to detect temperature-dependent growth strategies of Norway spruce, adult trees of similar age in two sites of Trentino, differing in altitudes, were chosen as model system for an integrated approach of monitoring stem diameter variation and cambial cell production. Tree growth at different altitudes was continuously monitored through dendrometers for three years. On the same trees, microcores were sampled bi-weekly throughout one growing season for examining cambial activity. The strong interest in monitoring forest health is well justified by the importance of forests that in Trentino cover more than 60% of land, characterizing economy, landscape and culture. Since changing disturbance regimes are increasingly challenging for sustainable forest management, they can influence the choices of close-to-nature management aiming to enhance forest ecosystem services, saving ecological specificity and environmental resilience.

Sampling sites were: Pomarolo (45° 56' 41" N; 11° 03' 28" E) and Lavazè (46° 21' 37" N; 11° 29' 42" E). The first one is representative of deciduous forest (*Quercetum pubescentis*) at low altitude (680 m a.s.l.), dominated by *Quercus pubescens*, *Quercus robur*, *Fraxinus ornus* and *Ostrya carpinifolia*, with secondary presence of *Castanea sativa*, *Pinus silvestris*, *Larix decidua* and *Picea abies*. The second, located at 1780 m a.s.l., is representative of the association *Picetum subalpinum* mainly formed by *Picea abies* with rare presence of *Pinus cembra* and *Larix decidua*. The climate in Pomarolo is mild continental with sub-Mediterranean influences; mean annual temperature is around 11 °C and mean annual precipitation is 1150 mm. This site is located on cambisol, in a limestone area. In Lavazè the climate is alpine-continental and the annual mean temperature is 4 °C, while the mean annual

precipitation are 1100 mm. The stand grows on podsollic soil above quartz porphyric rocks.

In both sites, a meteorological automatic station was placed in a nearby open area (WMO 1998). Precipitation, air temperature, relative humidity and global radiation were recorded several times per hour and all these values were hourly averaged. In order to follow the seasonal progression of cambial cell development and stem diameter variation, two methods, dendrometers and microcoring, were used. Stem radius variations were daily monitored from January 2010 to December 2012 using automatic point dendrometers (Label *et al.*, 2000) on five individual Norway spruce trees in each site. We posed attention in selecting healthy and vigorous trees within 25-30 m of distance to each other, with similar diameter ranging from 35-40 cm at breast height. The used dendrometers measure the linear displacement of a sensing rod pressed against the bark. The operating principle of the linear variable transducer (AB Electronics Ltd., Romford, Essex, UK) that responds to stem radius variation is described elsewhere (Giovannelli *et al.*, 2007; Coccozza *et al.*, 2009). Trees were monitored with these high-resolution automated dendrometers installed on the trunk at 130 cm from the soil surface. Raw data were recorded every 15 min, and hourly and daily averages were then calculated.

The sampling for the analysis of wood formation in three replicate plants of Norway spruce was performed from 16 April to 13 October 2010 every fifteen days, and repeated the 23 November for control. The sampling consisted in the collection of two microcores (1.8 mm in diameter, 15 mm in length) containing the bark, cambium and the last formed tree-rings from each of the selected stems using Trephor corer (Rossi *et al.*, 2006a). Immediately after the sampling, the microcores were put in Eppendorf vials with 75% ethanol and 25% acetic acid for 24 h and then stored in 70% alcohol solution to preserve forming cells from degradation. Transversal microsections 10-12 µm thick were cut by a sliding microtome, restraining the microcores with a special holder. The microsections were stained with Safranin and Astra-blue, dehydrated with graded series of ethanol, and fixed to microscope slides with Canada balsam. Ring formation was assessed by anatomical observations with an Olympus BX 40 light microscope at a magnification of 400x. Observations consisted in counting the number of cells in the cambial zone and tracheids in enlargement, wall thickening and mature phases along three radial files on each microsection (Rossi *et al.*, 2006b).

Both the methodologies stressed a distinct growth pattern throughout the season in each of the two sites, which was related to altitude and temperature. Correlations between parameters derived from dendrometers (maximum daily shrinkage and stem increment) and environmental variables highlighted the effects of climate on stem diameter fluctuations and radial growth patterns. The onset of radial growth and intra-annual variations of stem diameter were differently defined at each elevation. In trees at higher elevation (Lavazè), intra-annual variations in stem diameter revealed weaving peaks of radial increment, which may be the consequence of distinct stem rehydration/dehydration

cycles. Whereas, at lower elevation tree growth was more regular, showing a constantly increasing trend (Fig. 3).

The vegetative season, with the formation of enlargement cells, occurred starting from May (DOY 123) in Pomarolo and from June (between DOY 137 and 151) in Lavazè, while the last developing cells were detected in September (DOY 256) in Pomarolo and at the end of August (DOY 242) in Lavazè. The mean number of cells produced in 2009 was 163 in Pomarolo and 27 in Lavazè. Trees showed different timing of wood formation at the two altitudes, with a longer xylogenesis in Pomarolo (≈ 150 d) than in Lavazè (≈ 70 d). The onset of cambial activity was earlier and ended later in trees at lower elevation (Pomarolo), confirming that the start of cell division is a key factor determining the duration of xylogenesis and differences in tree ring widths.

4. Conclusion and perspectives

Under global warming, energy-limited forests, like those at higher elevation (Lavazè), can decrease productivity and more easily reach and overcome the threshold of mortality because of increasing water deficit. Again, it is not clear whether plasticity in xylogenesis or disproportionate increases in xylem cell production might occur in low-elevation trees (water-limited forests), with lengthening of the period of cell division. Research gaps and key questions need to be filled and answered for predicting how trees will respond to projected climate change.

The development of mechanistic models can provide a more complete picture of forest resilience to environmental disturbance (Fig. 4).

Indeed, at the regional level, a mechanistic understanding of the connections between the hydrological and carbon cycles in different species is needed to elucidate the impacts of climate change on tree growth or tree mortality. As an example, Scots pine under drought stress has been found to build a more effective water-conducting system (e.g., larger tracheids) in a shorter period of wood formation, at the cost of a probably higher vulnerability to cavitation (larger tracheids with thinner

cell walls), but without losing the capability to recover (Eilmann *et al.*, 2011). The shortening of the growth period in trees under increasing dry conditions would indicate that the period in which wood formation takes place could become much shorter, under the projected climate scenario for the Alpine environment, than the potential and actual phenological growth period.

Although several tree-ring studies have been carried out in *P. abies*, how its radial growth at intra-annual resolution is influenced by weather conditions has scarcely been explored. In this study, technology advancements have contributed to the ability to collect information at high spatial and temporal resolution and to store large amounts of data (Battipaglia *et al.*, 2014).

Attempting to isolate a growth signal from large amounts of data has proven challenging, though feasible. Many researchers have used daily weather variables to explain variability of the “isolated growth” (Deslauriers *et al.*, 2003). Further work involving simple physiological and functional models will also expand our understanding of tree water deficits, providing insight into the efficiency of species-specific response to drought conditions (Zweifel *et al.*, 2005). In this sense, cambium growth models, which inherently require a thorough understanding of influences on cambium activity, may provide a more complete basis for data interpretation, when using tree rings as an archive of environmental information (Breitenmoser *et al.*, 2013).

Acknowledgements

This work was supported by the project SOFIE-2 (Reg. Delib. N° 3012-2007) funded by the *Provincia Autonoma di Trento*, Italy. The authors would like to thank Mauro Confalonieri, Giorgio Zattoni, Bruno Crosignani of the Forest Service of the Autonomous Province of Trento for the collaboration to provide and to maintain the access to both sites along the years of the work and Cristina Salvadori of the Fondazione Edmund Mach for the kind suggestions for the choice of trees.

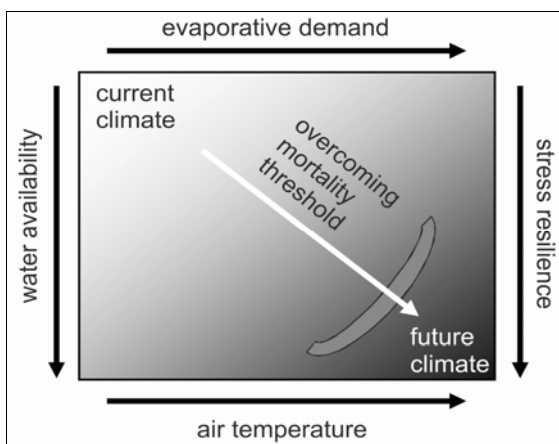


Figure 1. Scheme of the ecological factor drivers of stress resilience and tree mortality.

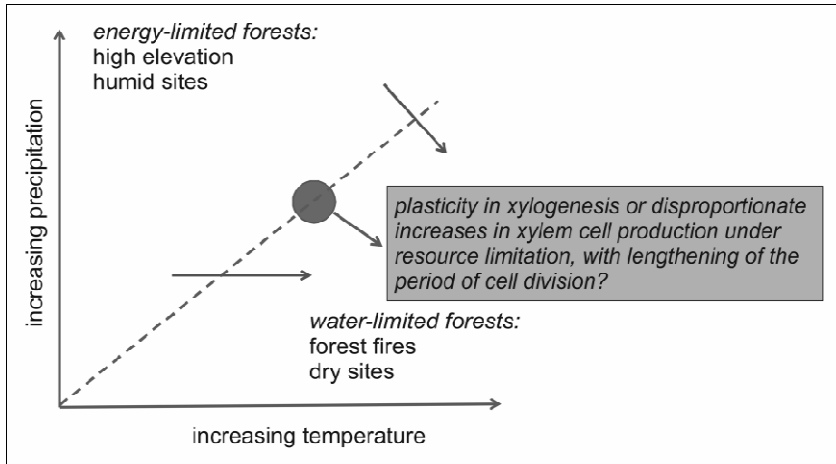


Figure 2. In a global warming scenario, it is questioned whether trees will adapt and adjust structurally and functionally in order to maintain growth performance or if they will reduce productivity and eventually overcome the threshold of mortality.

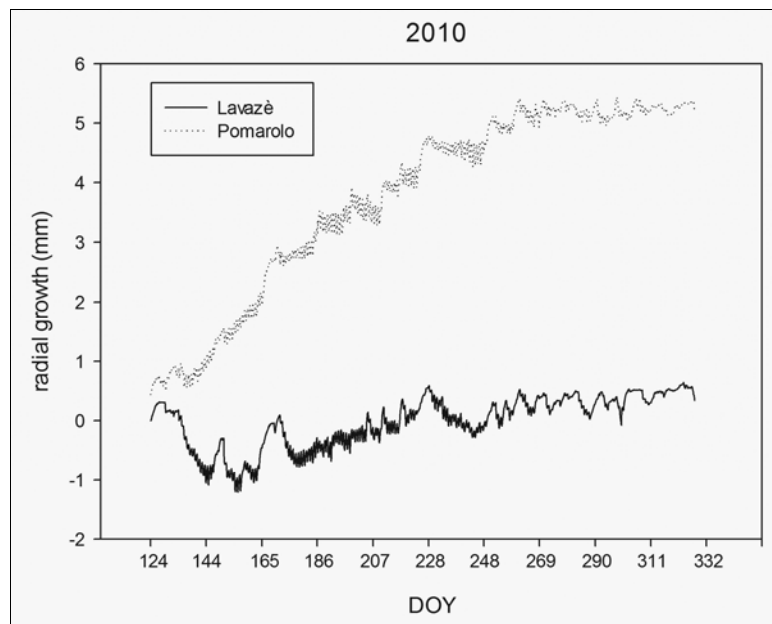


Figure 3. Radial growth of Norway spruce detected through dendrometers in Lavazè (high elevation) and Pomarolo (low elevation) in the 2010 growing season.

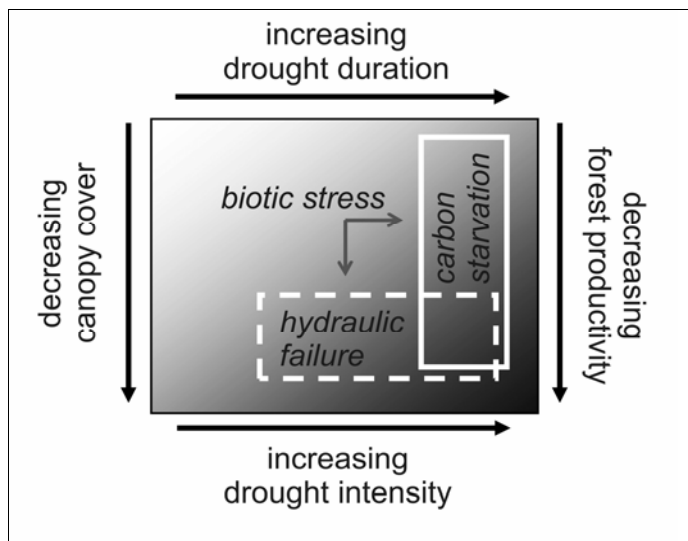


Figure 4. Potential trajectories of abiotic constraints with global warming, as amplified by biotic agents, and consequent damages to tree functionality and forest ecosystem.

RIASSUNTO

Segnali del clima dall'analisi giorno per giorno: sensibilità al clima di *Picea abies* in Trentino

I cambiamenti climatici influenzano direttamente l'accrescimento delle piante. Le performance degli alberi in risposta ai cambiamenti climatici sono definite dalla struttura dello xilema che determina le proprietà idrauliche e meccaniche del fusto. L'interesse per i processi che regolano la crescita degli alberi ha definito diversi metodi di misura e monitoraggio. Le dinamiche della xilogenesi e di accrescimento del fusto di abete rosso (*Picea abies* (L.) Karst.) in Trentino sono state monitorate tra il 2010 e il 2012 mediante l'uso di dendrometri automatici e analisi cellulare. Le dinamiche annuali della formazione del legno sono state utilizzate per descrivere le variazioni stagionali delle fasi di differenziazione dello xilema e per calcolare lo sviluppo cellulare dell'abete rosso. Lo studio è stato condotto in due siti differenti per altitudine, Savignano (650 m s.l.m.) e Lavazè (1800 m s.l.m.), per identificare il segnale climatico, giorno per giorno, nella dinamica di formazione del legno. La relazione clima-crescita è stata studiata al fine di definire la possibile azione delle variabili climatiche sulla formazione del legno dell'abete rosso ed è stata analizzata mediante funzione di correlazione, rilevando relazioni tra la formazione del legno e gli andamenti stagionali di temperature e precipitazioni. Gli effetti delle variabili climatiche sulla variazione del diametro del fusto e sulla struttura cellulare sono state analizzate, rispettivamente, a scala giornaliera. I risultati sono stati interpretati seguendo le dinamiche forestali e la sincronicità dell'attività cambiale. Lo sviluppo di modelli di attività cambiale e di crescita degli alberi è necessario per migliorare la modellistica dei processi di ecosistema, dove una componente essenziale e complessa è proprio la crescita dell'albero.

BIBLIOGRAPHY

- Adams H.D., Guardiola-Claramonte M., Barron-Gafford G.A., Villegas J.C., Breshears D.D., Zou C.B., Troch P.A., Huxman T.E., 2009 – *Temperature sensitivity of drought-induced tree mortality portends increased regional die-off under global-change-type drought*. PNAS, 106: 7063-7066.
<http://dx.doi.org/10.1073/pnas.0901438106>
- Allen C.D., Macalady A.K., Chenchouni H., Bachelet D., McDowell N., Vennetier M., Kitzberger T., Rigling A., Breshears D.D., Hogg E.H., Gonzalez P., Fensham R., Zhang Z., Castro J., Demidova N., Lim J.H., Allard G., Running S.W., Semerci A., Cobb N., 2010 – *A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests*. Forest Ecology and Management, 259: 660-684.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2009.09.001>
- Anderegg W.R.L., Kane J.M., Anderegg L.D.L., 2013 – *Consequences of widespread tree mortality triggered by drought and temperature stress*. Nature Climate Change, 3: 30-36.
<http://dx.doi.org/10.1038/nclimate1635>
- Battipaglia G., De Micco V., Brand W.A., Linke P., Aronne G., Saurer M., Cherubini P., 2010 – *Variations of vessel diameter and delta 13C in false rings of Arbutus unedo L. reflect different environmental conditions*. New Phytologist, 188: 1099-1112.
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-8137.2010.03443.x>
- Battipaglia G., De Micco V., Sass-Klaassen U., Tognetti R., Mäkelä A., 2014 – *Editorial. Special issue: WSE symposium: Wood growth under environmental changes: the need for a multidisciplinary approach*. Tree Physiology, 34: 787-791.
<http://dx.doi.org/10.1093/treephys/tpu076>
- Breda N., Huc R., Granier A., Dreyer E., 2006 – *Temperate forest trees and stands under severe drought: a review of ecophysiological responses, adaptation processes and long-term consequences*. Annals of Forest Science, Springer Verlag (Germany), 63: 625-644.
<http://dx.doi.org/10.1051/forest:2006042>
- Breitenmoser P., Bronnimann S., Frank D., 2013 – *Forward modelling of tree-ring width and comparison with a global network of tree-ring chronologies*. Climate of the Past Discussions, 9: 4065-4098. <http://dx.doi.org/10.5194/cpd-9-4065-2013>
- Cocozza C., Lasserre B., Giovannelli A., Castro G., Fragnelli G., Tognetti R., 2009 – *Low temperature induces different cold sensitivity in two poplar clones (Populus × canadensis Monch 'I-214' and P. deltoides Marsh. 'Dvina')*. Journal of Experimental Botany, 60: 3655-3664.
<http://dx.doi.org/10.1093/jxb/erp212>
- Cocozza C., Giovannelli A., Lasserre B., Cantini C., Lombardi F., Tognetti R., 2012 – *A novel mathematical procedure to interpret the stem radius variation in olive trees*. Agricultural and Forest Meteorology, 161: 80-93.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.agrformet.2012.03.016>
- Deslauriers A., Morin H., Urbinati C., Carrer M., 2003 – *Daily weather response of balsam fir (Abies balsamea (L.) Mill.) stem radius increment from dendrometer analysis in the boreal forests of Québec (Canada)*. Trees 17: 477-484.
<http://dx.doi.org/10.1007/s00468-003-0260-4>
- Deslauriers A., Anfodillo T., Rossi S., Carraro V., 2007 – *Using simple causal modeling to understand how water and temperature affect daily stem radial variation in trees*. Tree Physiology, 27: 1125-1136.
<http://dx.doi.org/10.1093/treephys/27.8.1125>
- Deslauriers A., Beaulieu M., Balducci L., Giovannelli A., Gagnon M.J., Rossi S., 2014 – *Impact of warming and drought on carbon balance related to wood formation in black spruce*. Annals of Botany, 114: 335-345. <http://dx.doi.org/10.1093/aob/mcu111>
- Eilmann B., Zweifel R., Buchmann N., Graf Pannatier E., Rigling A., 2011 – *Drought alters timing, quantity, and quality of wood formation in Scots pine*. Journal of Experimental Botany, 62: 2763-2771. <http://dx.doi.org/10.1093/jxb/erq443>
- Fonti P., Bryukhanova M.V., Myglan V.S., Kirilyanov A.V., Naumova O.V., Vaganov E.A., 2013 – *Tempe-*

- ature-induced responses of xylem structure of Larix sibirica* (Pinaceae) from Russian Altay. *American Journal of Botany* 100: 1-12.
<http://dx.doi.org/10.3732/ajb.1200484>
- Giovanelli A., Deslauriers A., Fragnelli G., Scaletti L., Castro G., Rossi S., Crivellaro A., 2007 – *Evaluation of drought response of two poplar clones (Populus x canadensis Monch 'I-214' and P. deltoides Marsh 'Dvina') through high resolution analysis of stem growth*. *Journal of Experimental Botany*, 58: 2673-2683.
<http://dx.doi.org/10.1093/jxb/erm117>
- IPCC, 2007 – *Climate Change (2007): the physical science basis*. Contribution of working Group I to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge.
- Label P., Beritognolo I., Burtin P., Dehon L., Couée I., Breton C., Charpentier J.P., Jay-Allemand C., 2000 – *Cambial activity and xylem differentiation in walnut Juglans spp.* In: Savidge R.A., Bennett J.R., Napier R., eds. *Cell and molecular biology of wood formation*. Oxford: BIOS Scientific Publishers, 209-221.
- Lindner M., Maroschek M., Netherer S., Kremer A., Barbati A., Garcia-Gonzalo J., Seidl R., Delzon S., Corona P., Kolstro M., Lexer M.J., Marchetti M., 2010 – *Climate change impacts, adaptive capacity, and vulnerability of European forest ecosystems*. *Forest Ecology and Management*, 259: 698-709.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2009.09.023>
- McDowell N.G., Pockman W.T., Allen C.D., Breshears D.D., Cobb N., Kolb T., Plaut J., Sperry J., West A., Williams D.G., Yezzer E.A., 2008 – *Mechanisms of plant survival and mortality during drought: why do some plants survive while others succumb to drought?* *New Phytologist*, 178: 719-739.
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-8137.2008.02436.x>
- Pineda-Garcia F., Paz H., Meinzer F.C., 2013 – *Drought resistance in early and late secondary successional species from a tropical dry forest: the interplay between xylem resistance to embolism, sapwood water storage and leaf shedding*. *Plant Cell and Environment*, 36: 405-418.
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-3040.2012.02582.x>
- Rebetez M., Dobbertin M., 2004 – *Climate change may already threaten Scots pine stands in the Swiss Alps*. *Theoretical and Applied Climatology*, 79: 1-9.
<http://dx.doi.org/10.1007/s00704-004-0058-3>
- Rossi S., Anfodillo T., Menardi R., 2006a – *Trephor: a new tool for sampling micro-cores from tree stems*. *IAWA Journal*, 27: 89-97.
<http://dx.doi.org/10.1163/22941932-90000139>
- Rossi S., Deslauriers A., Anfodillo T., 2006b – *Assessment of cambial activity and xylogenesis by micro-sampling tree species: An example at the Alpine timberline*. *IAWA Journal*, 27: 383-394.
<http://dx.doi.org/10.1163/22941932-90000161>
- Rossi S., Deslauriers A., Anfodillo T., Carraro V., Carrer M., Urbinati C., Menardi R., Fontanella F., 2007 – *Effetti della temperatura e del fotoperiodo sulla xylogenesi al limite superiore del bosco*. *Italia Forestale e Montana*, 2: 81-97.
<http://dx.doi.org/10.4129/IFM.2007.2.02>
- Rossi S., Anfodillo T., Cufar K., Cuny H.E., Deslauriers A., Fonti P., Frank D., Gričar J., Gruber A., King G.M., Krause C., Morin H., Oberhuber W., Prislan P., Rathgeber C.B.K., 2013 – *A meta-analysis of cambium-phenology and growth: linear and non-linear patterns in conifers of the northern hemisphere*. *Annals of Botany*, 1-10.
- Seidl R., Schelhaas M.J., Rammer W., Verkerk P.J., 2014 – *Increasing forest disturbances in Europe and their impact on carbon storage*. *Nature Climate Change*, 4: 806-810. <http://dx.doi.org/10.1038/nclimate2393>
- Sperry J.S., 2011 – *Hydraulics of vascular water transport*. In: *Mechanical integration of plant cells and plants*. Wojtaszek P., ed. Berlin: Springer, pp. 303-327.
http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-19091-9_12
- Steppe K., De Pauw D.J.W., Lemeur R., Vanrolleghem P.A., 2006 – *A mathematical model linking tree sap flow dynamics to daily stem diameter fluctuations and radial stem growth*. *Tree Physiology*, 26: 257-273.
<http://dx.doi.org/10.1093/treephys/26.3.257>
- Van Leeuwen E.P., Hendriks K.C.M.A., Klap J.M., DeVries W., De Jong E., Erisman W., 2000 – *Effects of environmental stress on forest crown condition in Europe. Part II: Estimation of stress induced by meteorology and air pollutants*. *Water, Air and Soil Pollution*, 119: 335-362.
<http://dx.doi.org/10.1023/A:1005182226292>
- Zweifel R., Zimmermann L., Newbery D.M., 2005 – *Modeling tree water deficit from microclimate: an approach to quantifying drought stress*. *Tree Physiology*, 25: 147-156.
<http://dx.doi.org/10.1093/treephys/25.2.147>
- Zweifel R., Eugster W., Etzold S., Dobbertin M., Buchmann N., Häsler R., 2010 – *Link between continuous stem radius changes and net ecosystem productivity of a subalpine Norway spruce forest in the Swiss Alps*. *New Phytologist*, 187: 819-830.
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-8137.2010.030>

I PIANI DI ASSESTAMENTO FORESTALE QUALI STRUMENTI DI ATTUAZIONE DELLE MISURE DI TUTELA E CONSERVAZIONE DEI SITI RETE NATURA 2000 BASILICATA: LA ZSC “ABETINA DI LAURENZANA” (PZ)

Salvatore Cipollaro¹, Maria Pompili², Antonella Logiurato², Antonio Racana¹,
Vito Orlando², Gino Panzardi², Antonio Bellotti¹, Rocco Ferrari³

¹Regione Basilicata, Dipartimento Politiche Agricole e Forestali, Ufficio Foreste e Tutela del Territorio, Potenza; salvatore.cipollaro@regione.basilicata.it

²Regione Basilicata, Dipartimento Ambiente e Territorio, Infrastrutture, OO.PP. e Trasporti Ufficio Parchi, Biodiversità e Tutela della Natura, Potenza

³Dottore Forestale, libero professionista

La Regione Basilicata, pianifica le risorse silvo-pastorali attraverso la redazione dei PAF (Piani di Assestamento Forestale). Il Comune di Laurenzana (Pz) ha provveduto a redigere il PAF per il decennio 2014-2023, per una superficie pari a 1.306,55 ettari, ricadendo per intero all'interno del Parco Nazionale dell'Appennino Lucano Val d'Agri e Lagonegrese e per 328,43 ettari nel sito RN2000 Basilicata IT9210005 (Abetina di Laurenzana). La ZSC (Zona Speciale di Conservazione) è caratterizzata dalla presenza di 2 Habitat forestali di interesse comunitario, il 91M0 e 9220. Con il Decreto del 16 settembre 2013 del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, 20 SIC della Basilicata, grazie all'adozione delle MTC (Misure di Tutela e Conservazione) da parte della Regione, si sono evoluti in ZSC. Attraverso i PAF, i comuni applicano le MTC nell'ambito dei territori di loro pertinenza ricadenti nelle ZSC. Il presente contributo serve ad illustrare l'inserimento contestualizzato e pertinente di alcune MTC, sia generali che sito-specifiche, all'interno del PAF di Laurenzana, ed in particolare: 1) adozione di un adeguato strumento di pianificazione forestale; 2) mappatura degli esemplari monumentali di specie forestali; 3) censimento, mappatura e monitoraggio dei nuclei di rinnovazione naturale di abete bianco nel SIC; 4) censimento, mappatura e monitoraggio delle cenosi forestali con caratteri di boschi vetusti; 5) sostituzione delle specie forestali esotiche. Il piano prevede, inoltre, l'applicazione di percorsi adeguatamente individuati con le MTC, per rendere fruibile l'area dal punto di vista turistico. Il PAF amplia la sua valenza pianificatoria, rispondendo ad esigenze ambientali in senso lato e permettendo una gestione attiva della ZSC in questione.

Parole chiave: piani di assestamento forestale, misure di tutela e conservazione, ZSC.

Keywords: forest management plans, protection and conservation measures, SAC.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-sc-pia>

1. Introduzione

La Strategia Nazionale per la Biodiversità identifica 13 aree di lavoro tra le quali la n. 4 (foreste) e analizza minacce, obiettivi e priorità di intervento per la risorsa forestale, in particolare l'integrazione della tutela della biodiversità nella pianificazione forestale e di settore finalizzata ad una gestione sostenibile (MATTM, 2011). Le foreste italiane sono le più ricche al livello europeo, ospitando 117 specie differenti che corrispondono ai 2/3 del patrimonio floristico arboreo europeo. In Italia 10 categorie forestali, delle 14 ritenute più rappresentative della variabilità ecologica forestale del continente europeo (EEA). La legge n. 42 del 10 novembre 1998 della Regione Basilicata e s.s.m.i. "Norme in materia Forestale" e la D.G.R. n. 613/2008 "Linee guida per la redazione dei Piani di Assestamento Forestale" disciplinano la pianificazione forestale a livello regionale ed

hanno permesso di raggiungere risultati di un certo rilievo nel settore attraverso la stesura di Piani di Assestamento Forestale riguardanti una ragguardevole percentuale del territorio boschivo lucano. Il PAF può però divenire anche uno strumento gestionale di ampio respiro attraverso l'inclusione al suo interno di ulteriori elementi gestionali come le Misure di Tutela e Conservazione (MTC) dei Siti Rete Natura 2000. Un esempio concreto riguarda il PAF del Comune di Laurenzana in cui ricade per intero l'area protetta "Abetina di Laurenzana" che, con Decreto Ministeriale (MATTM) del 16 Settembre 2013, è stata designata Zona Speciale di Conservazione, evoluzione dei SIC forniti di strumento pianificatorio (Articolo 6 Direttiva Habitat). Ciò è stato possibile successivamente grazie all'adozione delle MTC da parte della Regione Basilicata con due D.G.R., la 951/2012 e la 30/2013 La ZSC in questione ricade interamente nella Zona 1 del Parco Nazionale dell'Appennino

Lucano Val d'Agri Lagonegrese ed è caratterizzata dalla presenza di due Habitat di interesse comunitario, il 91M0, Foreste Pannonico-Balcaniche di cerro e rovere ed il 9220* Faggeti degli Appennini con *Abies alba* e faggete con *Abies nebrodensis*, particolarmente prezioso in quanto habitat prioritario (Logiurato *et al.*, 2013). I valori delle metriche relativi ai due habitat 91M0 e 9220*, evidenziano bassa vulnerabilità (rapporto perimetro/superficie) e valori propri di poligoni abbastanza regolari (dimensione frattale). Il rapporto di circolarità è caratterizzato da forme intermedie tra la forma circolare e quella allungata (per il 9220*). Sono dissimili i valori di forma (Shape) meno regolari per il poligono relativo all'habitat 9220*. Infine, l'indice AI indica la presenza di un habitat aggregato e l'indice Cohesion esprime una condizione di habitat estremamente connesso. Gli indicatori spaziali utilizzati costituiscono un elemento oggettivo di valutazione e saranno il riferimento per i monitoraggi futuri sullo stato di conservazione degli habitat secondo le prescrizioni della Direttiva 92/43/CE. In relazione ad elementi quali la proprietà dell'area interamente comunale della ZSC, la presenza di habitat esclusivamente forestali e ben conservati, la scarsa esposizione a minacce e pressioni, si è scelto di emanare solo Misure di Tutela e Conservazione in quanto di più facile adozione da parte della Regione.

2. Materiali e metodi

Lo studio ha preso in esame lo scenario regionale della pianificazione forestale sia in termini di superficie sia in termini di comuni interessati con elaborazioni esaustive riportate nella discussione.

Il presente lavoro mostra come i PAF possano ampliare la loro valenza pianificatoria diventando uno strumento di gestione ambientale ad ampio raggio, illustrando l'integrazione delle MTC della ZSC "Abetina di Laurenzana" all'interno del PAF stesso. La stesura delle MTC ha costituito una delle fasi (la seconda) del Programma Rete Natura 2000, redatto dall'Ufficio Parchi Biodiversità e Tutela della Natura del Dipartimento Ambiente e Territorio, Infrastrutture, Opere Pubbliche e Trasporti.

Il lavoro si articola in tre fasi distinte: fase I) analisi di campo, effettuate da professionisti di varia estrazione (botanici, zoologi, forestali, agronomi, ingegneri ambientali, geologi, architetti), con conseguente aggiornamento dei Formulari Standard dei SIC e delle cartografie tematiche; fase II) redazione di Misure di Tutela e Conservazione per 21 SIC su 50, a cui si è giunti grazie a indagini di campo mirate (es. rilievi fitosociologici, elaborazioni indici di frammentazione, etc.), indagini bibliografiche, collezione di normative e strumenti di pianificazione vigenti sui territori interessati.; fase III) redazione di adeguati Piani di Gestione con il coinvolgimento dei professionisti di cui sopra e delle 15 istituzioni scientifiche che costituivano la Cabina di Regia del Progetto, relativamente a 30 SIC, parzialmente ricadenti nei Parchi Nazionali e/o in territori particolarmente fragili o minacciati. All'interno del *pool* di Misure relativi agli aspetti forestali, sono state individuate: a) MISURE GENERALI, relative a tutti i Siti Rete Natura 2000 Basilicata; b) MISURE SITO-

SPECIFICHE; c) MISURE DI CONTIGUITÀ, ossia misure sito-specifiche da applicare nelle aree contigue ai siti.

3. Risultati e discussione

3.1 Sulla pianificazione forestale a livello regionale

Allo stato attuale, i PAF approvati e vigenti interessano 52 comuni, quelli in istruttoria 25, gli ammessi a contributo ed in attesa di approvazione per l'inizio lavori 5. I comuni (due) che hanno presentato domanda oltre il termine stabilito dalla normativa vigente (31 maggio di ogni anno) saranno oggetto di regolare istruttoria per l'anno 2015. A fronte di una continua richiesta di contributo erogato dalla regione e pari al 70% del totale del preventivo approvato, due comuni (Potenza e Ruvo al Monte) non hanno potuto dar seguito all'inizio dei lavori con un preventivo regolarmente approvato dall'Ufficio Foreste e Tutela del Territorio per mancanza del 30% della somma a carico del richiedente (Fig. 1).

L'area maggiormente interessata all'attuazione dei PAF è quella ricadente nel settore sud-occidentale della regione (Pollino-Lagonegrese) con 14 PAF vigenti, 5 in istruttoria ed 1 ammesso al contributo per una superficie complessiva di oltre 35.000 ettari; a contribuire all'elevato livello di pianificazione è l'assetto orografico prevalentemente montuoso. In definitiva, la provincia di Potenza risulta avere una superficie totale pianificata di circa 90.000 ettari.

La provincia materana, per motivi chiaramente opposti, in relazione all'orografia tipicamente di pianura o collinare contribuisce, allo stato attuale, con circa 2.000 ettari totali. Il patrimonio della proprietà silvo-pastorale del Comune di Laurenzana in cui ricade la ZSC risulta essere pari ad una superficie complessiva di 1.309 ettari suddiviso nelle seguenti in categorie d'uso così come riportato nella Figura 2.

3.2 Sulla gestione della ZSC "Abetina di Laurenzana" attraverso il PAF

Le MTC della ZSC "Abetina di Laurenzana" individuate sono state integrate all'interno del PAF del Comune di Laurenzana per essere applicative grazie all'adozione dello strumento di pianificazione forestale. Di seguito si riportano per esteso le Misure e le modalità con cui le stesse verranno messe in atto.

3.2.1 Adozione di un adeguato strumento di pianificazione forestale sulla proprietà pubblica coerente con la conservazione degli habitat forestali ed ispirati a criteri di selvicoltura naturalistica

In linea con i criteri guida della selvicoltura naturalistica, si prevedono interventi forestali ponderati e prioritari sulla gestione della cenosi mista per creare le condizioni di conservazione e di riproduzione dell'abete stesso; infatti i prelievi mantengono percentuali basse rispetto alla provvigione totale (9-11 % del prelievo).

La gestione prevede interventi finalizzati al mantenimento della consociazione mista di abete-faggio-cerro, in maniera puntale, a carico di 2-3 piante adulte ad ettaro, assumendo come criterio guida la presenza-assenza della rinnovazione di abete ed il suo stato di

sviluppo. In tal modo si ridurrà la densità per incrementare l'irradianza relativa sotto copertura al fine di stimolare la crescita longitudinale dei semenzali (Nolè *et al.*, 2003), ottemperando a quanto indicato dalla D.G.R. 655/2008 "Approvazione della regolamentazione in materia forestale per le aree della rete Natura 2000 in Basilicata, in applicazione del D.P.R. 357/97, del D.P.R. 120/2003 e del Decreto MATTM del 17.07.2007".

3.2.2 Censimento, mappatura e schedatura degli esemplari monumentali di specie forestali

Nel comprensorio assestato del Comune di Laurenzana, si rinvennero individui arborei di elevato interesse naturalistico e paesaggistico segnalati ai sensi del DPGR n. 48 del 14 marzo 2005 - "L.R. 28/94 - Approvazione elenco alberi di particolare interesse naturalistico e paesaggistico". Gli individui di particolare pregio, aventi caratteristiche di monumentalità, sono stati georiferiti e descritti mediante una scheda di rilevamento (Fig. 3).

3.2.3 Censimento, mappatura e monitoraggio dei nuclei di rinnovazione naturale di abete bianco nel SIC

All'interno di ogni singola particella forestale, i nuclei di rinnovazione di abete bianco sono stati individuati, caratterizzati e inseriti, per ogni individuo, in una classe dimensionale (Tab. 1). Il rilievo è stato fatto all'interno di areole circolari di raggio pari a 3 m, interessando tutte le piantine con altezza pari o superiore a 50 cm. In sintesi, si evince come la rinnovazione di abete risulti presente lungo i margini dei fossi, i margini di strade e/o piste forestali e localizzata per gruppi, soprattutto nelle zone fresche esposte a nord-est.

3.2.4 Censimento, mappatura e monitoraggio delle cenosi forestali con caratteri di boschi vetusti

Durante l'elaborazione del PAF, grazie al rilevamento dei principali parametri selvicolturali (n.piante/ha; G/ha; V/ha; presenza di alberi monumentali; necro-massa; popolamenti polispecifici) è stato possibile mappare le aree che presentano la cenosi tipica abete bianco-faggio-cerro con presenza subordinata di acero sp. e agrifoglio e che si sta valutando di inserirle nella rete dei boschi vetusti (Fig. 4).

3.2.5 Graduale sostituzione delle specie forestali esotiche favorendo il ritorno della vegetazione forestale autoctona

La rinaturalizzazione delle cenosi artificiali passa attraverso la trasformazione degli impianti di specie esotiche

in boschi misti favorendo il ripristino di dinamiche successionali che tendono verso il reinserimento delle specie autoctone.

Gli interventi si presentano come diradamenti volti a favorire lo sviluppo della rinnovazione di specie quercine, asportando i soggetti dominanti o codominanti in precarie condizioni vegetative o eccessivamente densi, rilasciando nel piano dominato i soggetti che non esercitano ostacolo alle utilizzazioni.

3.2.6 Individuazione di un itinerario naturalistico e culturale all'interno della ZSC "Abetina di Laurenzana"

Il Piano di Assestamento Forestale del Comune di Laurenzana diviene anche uno strumento di promozione turistico-ricreativa, inglobando gli itinerari tematici individuati dalle MTC. E' possibile entrare nella ZSC Abetina di Laurenzana e scegliere di percorrere il "Sentiero delle Orchidee", soffermarsi lungo i luoghi della *Salamandrina terdigitata* oppure saperne di più grazie ai cartelloni illustrativi riguardanti la storia istitutiva dell'area protetta in questione (Fig. 5).

4. Conclusioni

Il presente lavoro risulta essere esemplificativo per diversi aspetti di rilievo riguardanti la pianificazione ambientale ed in particolare, come già precedentemente sottolineato, il Piano di Assestamento Forestale diviene strumento ampio, di integrazione e di applicazione concreta sul territorio di elementi pianificatori. Infatti, l'integrazione delle Misure di Tutela e Conservazione all'interno del PAF conduce "a snellire" l'architettura gestionale, convogliando diversi elementi pianificatori in un unico strumento di *governance*. In particolare, ciò permette di attuare in maniera concreta la pianificazione, delle aree protette in generale e dei Siti RN2000, rendendola compatibile con un uso sostenibile delle risorse.

Bisogna sottolineare come, grazie alla proficua interazione tra settori tecnici convergenti della Regione Basilicata (Ufficio Foreste e Tutela del Territorio e Ufficio Parchi, Biodiversità e Tutela della Natura), il PAF allarga la sua valenza pianificatoria, facendo convergere professionalità ed intenti di differente estrazione ma con finalità assolutamente sovrapponibili.

Infine, ma non per importanza, la attivazione di attività pianificatorie della Regione Basilicata risulta una scelta profondamente incisiva per contenere la vulnerabilità del territorio in relazione alle evidenti modificazioni ambientali in atto.

Tabella 1. Caratterizzazione dei nuclei di rinnovazione di *Abies alba* per particella forestale.

Codice Areola : Part. For. 46 b; n° Areola 1		
Coordinate: Nord 4473281 – Est 580999 ; Località : Pasquini - Cerreto		
Classe Dimensionale	n° Pianta	Danni rilevati
h ≥ 50 - <130 cm	4	/
h > 130 cm e 2,5 cm < Ø < 4,5 cm	12	/
h > 350 cm e Ø > 4,5 cm	5	/
Totale	21	

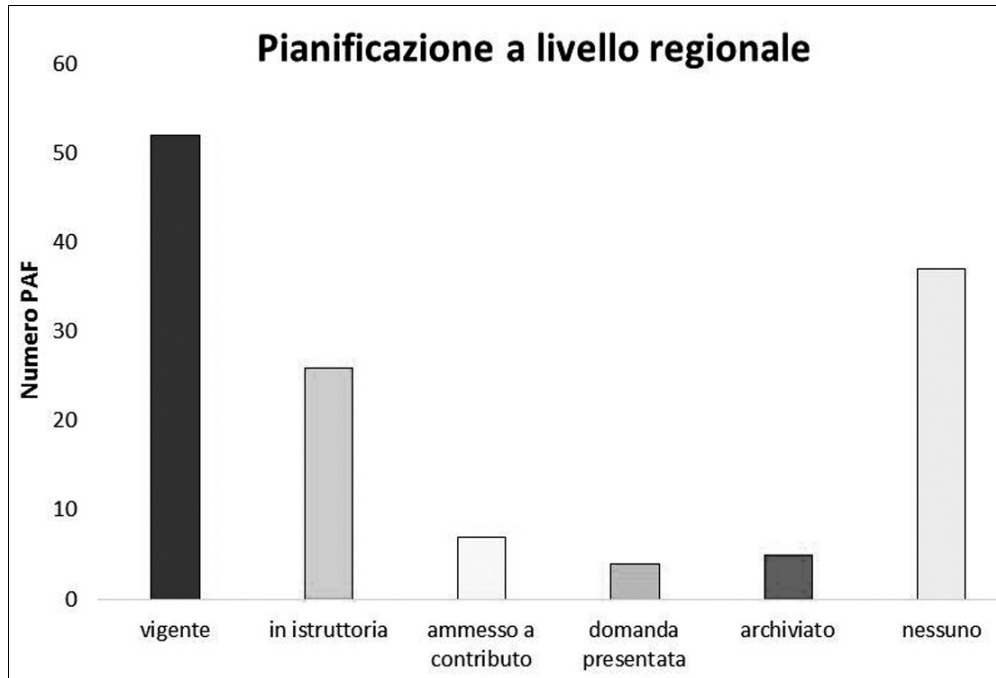


Figura 1. Stato della pianificazione forestale in Basilicata.

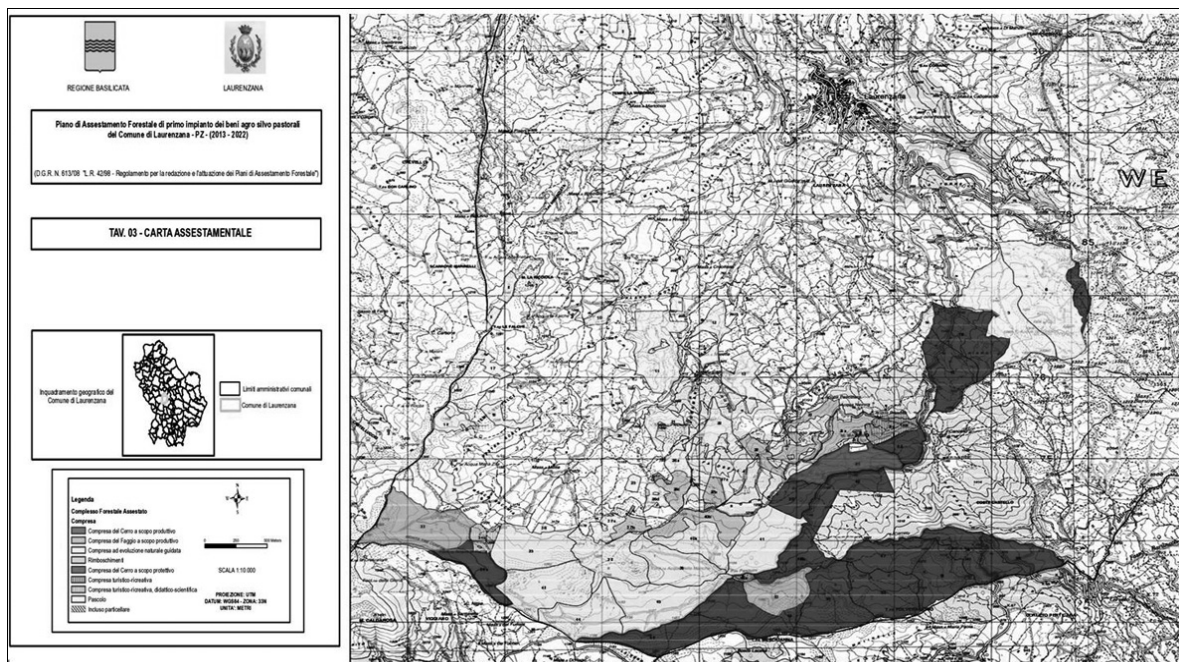


Figura 2. Carta Assestamentale del Comune di Laurenzana (art. 17 D.G.R. 613/2008).


IDENTIFICAZIONE SCIENTIFICA	Famiglia : Fagacee ; Genere : Quercus ; Specie : Quercus cerris ; Nome comune : Cerro Età : 150 anni
LOCALIZZAZIONE	Comune : Laurenzana; Località : Pasquini; Foglio : 77 Particella : 6 Particella Forestale : 41 ; Coordinate : Nord 4473809; Est 581387
CARATTERISTICHE DENDROMETRICHE	Altezza : 20,50 m Circonferenza : 620 cm
CONDIZIONI FITOSANITARIE	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Valore estetico: buono ▪ Stato di conservazione: buono ▪ Localizzazione danni: chioma (disseccamento apicale) ▪ Causa dei danni: necrosi xilematiche ▪ Tipologia di rischi a cui la pianta è esposta : infezioni fungine; attacchi di insetti ▪ Misure di conservazione/protezione adottate: nessuna ▪ Misure di conservazione/protezione da adottare: monitoraggio e trattamenti endoterapeutico.
CLASSE V.T.A.	Bassa
Allegato Fotografico	
	

Figura 3. Scheda di rilevamento alberi monumentali.

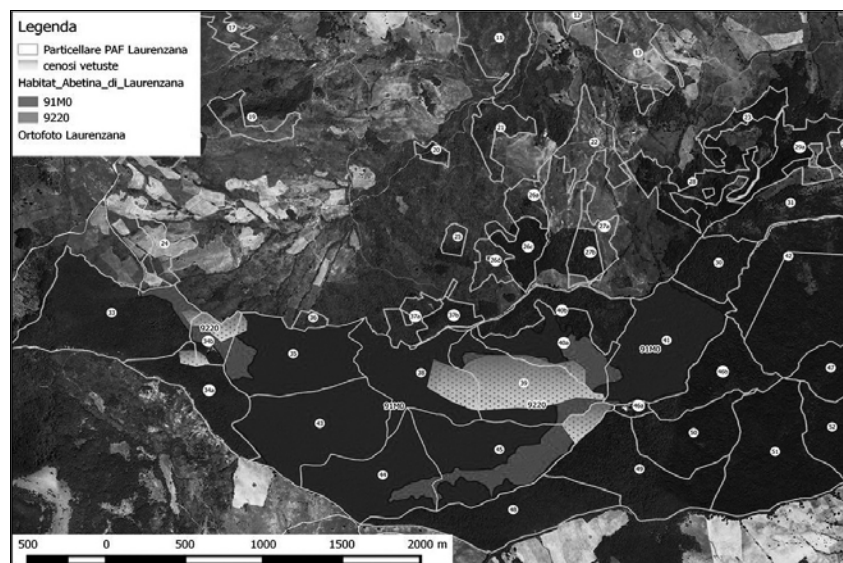


Figura 4. Cenosi con caratteristiche di boschi vetusti.

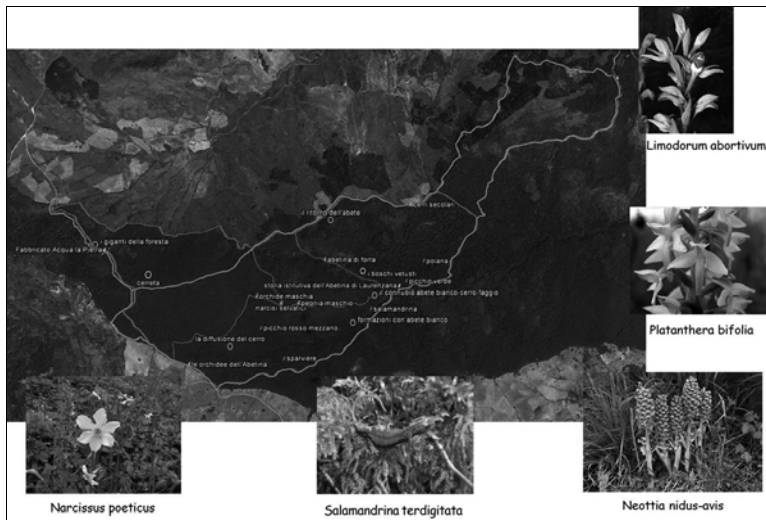


Figura 5. Itinerari storico-naturalistici all'interno della ZSC "Abetina di Laurenzana".

SUMMARY

The forest management plans as tools for the implementation of the Protection and Conservation Measures of Basilicata Natura 2000 Network sites: the SAC "Abetina di Laurenzana" (PZ)

Basilicata Region plans forestry and pastoral resources through the preparation of the PAF. The City of Laurenzana (Pz) has prepared the PAF for the decade 2014 to 2023, for an area of 1.306,55 hectares, falling entirely within the National Park of Lucan Appennines, Val d'Agri and Lagonegrese and 328.43 hectares in the RN2000 Basilicata Site IT9210005 Abetina Laurenzana.

The SAC (Special Area of Conservation) is characterized by the presence of two Community Interest forest Habitats of, the 91M0 and 9220. With 16th September 2013 Decree of the Environment Ministry, 20 SCI, thanks adoption of TCM by Basilicata Region, have evolved into SAC: through the PAF, municipalities apply TCM within the areas of their responsibility falling in SACs. This paper serves to illustrate the inclusion of relevant and contextualized general and site-specific TCM within the Laurenzana PAF such as: 1) adoption of a suitable tool for forest planning; 2) mapping of monumental specimens of forest species; 3) census, mapping and monitoring of the nuclei of natural regeneration of white spruce in the SIC; 4) inventory, mapping and monitoring of forest ecosystems with characters of old growth forests; 5) replacement of exotic forest species.

The plan also provides the application of routes properly identified with the TCM to make the area accessible from a touristic point of view. The PAF expands its value of planning, responding to environmental needs in a broad sense and permitting active management of the SAC in question.

BIBLIOGRAFIA

CEE, 1992 – Direttiva 92/43/CEE del Consiglio del 21 maggio 1992 relativa alla conservazione degli habitat

naturali e semi-naturali e della flora e della fauna selvatiche.

Decreto del Presidente della Repubblica n. 357 dell'8 settembre 1997 e s.s.m.i. – Regolamento recante attuazione della Direttiva 92/43/CEE.

MATTM, 2013 – Decreto 16 Settembre. Designazione di venti ZSC della regione biogeografica mediterranea insistenti nel territorio della Regione Basilicata, ai sensi dell'articolo 3, comma 2, del decreto del Presidente della Repubblica 8 Settembre 1997, n. 357. Pubblicato su GU n. 226 del 26-9-2013.

MATTM, DPN, 2008 – *Attuazione della Direttiva Habitat e stato di conservazione di habitat e specie in Italia*. Palombi e Partner s.r.l., Roma.

MATTM, 2011 – Breve guida alla Strategia Nazionale per la Biodiversità.

Programma Rete Natura 2000 – *POR-Basilicata 2000-2006 Misura 1.4*. Dipartimento Ambiente, Territorio Politiche della Sostenibilità, Regione Basilicata realizzato con Fondi Europei.

Logiurato A., Orlando V., Panzardi G., Pompili M., Romano A., 2013 – *L'aggiornamento dei siti RN2000: conferme e nuove scoperte sulla biodiversità in Basilicata*. In: I risultati del progetto Rete Natura 2000 in Basilicata: percorsi di "contaminazione" tra natura, scienza, arte e cultura dei luoghi. Aliano, 4-6 Aprile 2013.

Logiurato A., Pompili M., Orlando V., Panzardi G., Romano A., 2014 – *Il Programma Rete Natura 2000 Basilicata: imponente progetto di monitoraggio, studio della biodiversità e pianificazione ambientale*. X Convegno Biodiversità, CNR Roma, 3-5 Settembre 2014.

Logiurato A., Pompili M., Racana A., Taurisani R., 2013 – *Gli habitat forestali prioritari dei Siti RN 2000 Basilicata: indicazioni per un utilizzo e una gestione eco-sostenibili*. In: I risultati del progetto Rete Natura 2000 in Basilicata: percorsi di "contaminazione" tra natura, scienza, arte e cultura dei luoghi. Aliano, 4-6 Aprile 2013.

Nolè A., Saracino A., Borghetti M., 2003 – *Microclima luminoso, rinnovazione naturale e distribuzione spaziale di Abies alba Mill. nell'Abetina di Laurenzana, Basilicata*. L'Italia Forestale e Montana, 1: 7-21.

Regione Basilicata, 1998 – Legge Regionale n. 42 del 10 novembre 1998 - Norme in materia forestale, pubblicata su B.U.R.B. n. 65 del 13 novembre 1998.

Regione Basilicata, 2005 – DPGR n. 48 del 14 marzo 2005 - L.R. 28/94 - Approvazione elenco alberi di particolare interesse naturalistico e paesaggistico.

Regione Basilicata, 2008 – *D.G.R. n. 613/2008* - Linee guida per la redazione dei piani di assestamento forestale.

Regione Basilicata, 2008 – D.G.R. n. 655/2008 - Approvazione della regolamentazione in materia forestale per le aree della Rete Natura 2000 in Basilicata, in applicazione del D.P.R. 120/2003 e del Decreto MATTM del 17 ottobre 2007.

Regione Basilicata, 2008 – D.P.G.R. n. 65/2008. Criteri minimi uniformi per la definizione di misure di conservazione su (ZSC) e (ZPS)”.

Regione Basilicata, 2012 – D.G.R. n. 951 “D.G.R. n.1925/2007 - Programma Rete Natura 2000 di Basilicata e D.G.R. n. 1214/2009 - Adozione delle Misure di Tutela e Conservazione per i Siti Natura 2000 di Basilicata. Conclusione II Fase Programma Rete Natura 2000 per le Aree Territoriali Omogenee 1-2-3-5-6-8-9.

Regione Basilicata, 2013 – D.G.R. n. 30 “D.G.R. n. 951/2012 - Aggiornamento ed integrazione delle Misure di Tutela e Conservazione per i Siti Natura 2000 di Basilicata - Programma Rete Natura 2000 per le Aree Territoriali Omogenee 4-10-11.

GESTIONE DEI RIMBOSCHIMENTI IN AMBIENTE MEDITERRANEO E USO ENERGETICO DELLA BIOMASSA: IL CASO STUDIO DEI MONTI SICANI (SICILIA OCCIDENTALE)

Donato Salvatore La Mela Veca¹, Giuseppe Clementi², Eugenio Fiasconaro³, Giuseppe Traina²

¹Dipartimento Scienze Agrarie e Forestali, Università di Palermo, Palermo (PA);
donato.lamaelaveca@unipa.it

²Società Cooperativa Foreste e Territorio, Santo Stefano Quisquina (AG)

³Dottore Magistrale in Scienze Forestali e Ambientali, Palermo (PA)

I Monti Sicani costituiscono il comprensorio in cui è stata realizzata, nel secolo scorso, la maggiore attività di rimboschimenti nella Sicilia occidentale, nell'ambito della politica di salvaguardia del territorio dal dissesto idrogeologico. In questo lavoro si descrive la consistenza ed il potenziale impiego energetico delle biomasse legnose che potrebbero essere ottenute dalla gestione di tali rimboschimenti. A tale scopo sono stati analizzati i presupposti ecologici e selvicolturali funzionali a individuare adeguati interventi allo scopo di favorire e assecondare i processi di rinaturalizzazione.

L'indagine è stata condotta su due livelli di dettaglio: su base territoriale in ambiente GIS per l'intera area e su base comunale attraverso la realizzazione di un piano di gestione. La stima della biomassa è stata effettuata utilizzando i dati dendrometrici disponibili da altre ricerche condotte nell'area di studio. Inoltre, è stata realizzata su un'area di 1 ha un'attività sperimentale finalizzata alla raccolta della biomassa ricavata dalla realizzazione di un intervento di diradamento in un soprassuolo di pino d'Aleppo. I risultati hanno confermato la possibilità di implementare una filiera locale bosco-legno-energia per alimentare piccoli impianti in cogenerazione da realizzare su base comunale e da dimensionare in funzione della disponibilità di biomassa desumibile dal piano di gestione. La stessa opzione può essere fatta per gli altri comuni del comprensorio con la possibilità di integrare la biomassa forestale con le risorse agro-energetiche potenzialmente disponibili dalle attività agricole.

Parole chiave: piano di gestione forestale, bioenergia, rimboschimento, Mediterraneo.

Keywords: forest management plan, bioenergy, reforestation, Mediterranean.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-dl-ges>

1. Introduzione

Secondo i dati dell'Inventario Forestale della Regione Siciliana (Camerano *et al.*, 2011), i rimboschimenti in Sicilia, realizzati prevalentemente in aree di proprietà pubblica, coprono una superficie di circa 93.646 ha, pari a circa il 36% dei boschi alti.

Tali rimboschimenti sono stati realizzati principalmente a partire dalla seconda metà del secolo scorso con l'obiettivo di difesa idrogeologica. Le specie più utilizzate sono state i pini mediterranei (*Pinus halepensis* e *Pinus pinea*) ed i cipressi (*Cupressus sempervirens*, *C. arizonica*, *C. macrocarpa*) nella fascia termo mediterranea, mentre nei contesti montani e submontani, le specie più impiegate sono state il pino nero, il pino laricio, il cedro dell'Atlante.

Tra le latifoglie gli Eucalitti (*Eucalyptus globulus*, *E. camaldulensis*, *E. gomphocephala*) contribuiscono per il 37% sul totale della categoria dei rimboschimenti.

Gli eucalitteti sono stati realizzati principalmente sulle colline argillose dell'interno della Sicilia: colline nissene, sui Monti Erei e nella parte meridionale della

provincia di Catania (Calatino). I rimboschimenti costituiscono dei sistemi semplificati nella struttura e nella composizione. Per la gestione di queste formazioni è ormai riconosciuta l'importanza di tendere ad aumentarne la complessità, favorendo soprattutto l'insediamento delle specie autoctone ecologicamente coerenti con l'ambiente.

Tale approccio culturale prende il nome di rinaturalizzazione (Bernetti, 1999; Nocentini, 2000; Dreyfus, 2003) e si tratta, in definitiva di facilitare un processo dinamico che, di regola, avviene spontaneamente, seppure in tempi e con modalità diversi secondo le specie che compongono il soprassuolo e le caratteristiche stazionali (Del Favero, 2008). Nei Monti Sicani, nel territorio dell'omonimo Parco Regionale, i rimboschimenti di conifere coprono una superficie di circa 4600 ha pari al 60% della superficie forestale totale. Attualmente, questi rimboschimenti sono caratterizzati da un precario equilibrio fisico e biologico, dovuto alla mancanza di cure colturali successive all'impianto (La Mela Veca, 2009) e da un elevato dinamismo evolutivo rappresentato dalla presenza nel sottobosco delle specie

autoctone (leccio e roverella soprattutto). Queste formazioni, prevalentemente di proprietà pubblica, necessitano, pertanto, di interventi selvicolturali mirati, in grado di garantire una efficiente e permanente copertura del suolo ed assicurare un maggiore grado di stabilità, funzionalità e diversità biologica. Gli obiettivi gestionali si prefigurano, nella maggioranza dei casi, nella graduale sostituzione delle specie attualmente presenti con le latifoglie autoctone attraverso diradamenti modulati in funzione delle caratteristiche ecologiche (La Mela Veca, 2009) e dell'attitudine alla rinaturalizzazione (Boscaleri *et al.*, 2004). La gestione di queste formazioni determina la disponibilità di una cospicua quantità di legno derivante dai diradamenti, che fino ad ora non ha trovato sbocchi di mercato (solo in minima parte come legna da ardere a livello locale) sia per la scarsa qualità tecnologica delle specie impiegate sia per la mancanza di organizzazione del mercato (frammentazione dell'offerta, scarsa familiarità con i prodotti, ecc.). Il recente sviluppo dell'uso delle biomasse a scopo energetico sta aprendo nuove prospettive di mercato, un tempo impensabili. In questa ottica, le politiche europee e nazionali negli ultimi anni hanno dedicato particolare attenzione alle biomasse legnose e, soprattutto forestali, in quanto fonti alternative ai combustibili fossili, sottolineando l'importanza dei vantaggi non solo ambientali ma anche economici e sociali (filiera corte).

Nel contesto specifico delle biomasse ad uso energetico si colloca il progetto strategico PROFORBIOMED (Promozione della biomassa residuale nel bacino del Mediterraneo) finanziato nell'ambito del programma MED - Obiettivo 2.2 "Promuovere le energie rinnovabili e migliorare l'efficienza energetica".

La strategia si fonda sullo sviluppo delle foreste mediterranee, considerate come potenziale fonte di reddito nelle aree rurali che necessitano di un'adeguata gestione e manutenzione in termini ambientali. La Regione Siciliana (partner del progetto), in collaborazione con il Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali dell'Università degli Studi di Palermo, ha valutato la biomassa ottenibile dagli interventi di diradamento per promuovere la rinaturalizzazione dei rimboschimenti.

La valutazione è stata condotta a livello territoriale (in ambiente GIS) per l'area dei Monti Sicani e su base comunale tramite la realizzazione di un Piano di Gestione pilota; inoltre è stata valutata, su un'area test di 1 ha, la biomassa ottenuta da un diradamento selettivo eseguito in un rimboscimento di pino d'Aleppo.

Obiettivo della ricerca è stato quello di realizzare e validare metodi speditivi a diversa scala di dettaglio territoriale per la stima della biomassa forestale potenzialmente utilizzabile per la realizzazione di filiere corte bosco-legno-energia.

I modelli realizzati sono replicabili in altre aree rurali della Sicilia e del bacino del Mediterraneo caratterizzate dalla presenza di rimboschimenti.

La metodologia impiegata per la stima della biomassa a livello territoriale può inoltre costituire la base per l'individuazione dei distretti energetici della Regione Siciliana.

2. Materiali e metodi

2.1 Aree di studio

La stima della biomassa è stata condotta su tre scale di dettaglio: 1. livello territoriale mediante analisi GIS nei Monti Sicani; 2. livello aziendale utilizzando i dati del piano di gestione forestale dei boschi demaniali del Comune di Bivona (AG); 3. livello di esecuzione di un intervento di diradamento in un soprassuolo di pino d'Aleppo localizzato in Contrada Portella Cicala nel comune di Santo Stefano Quisquina (AG) (Fig. 1). L'analisi a livello territoriale è stata condotta sui rimboschimenti ricadenti all'interno del territorio del Parco Naturale Regionale dei Monti Sicani, interessando 11 comuni per una superficie complessiva di 43.687 ha. L'area è caratterizzata prevalentemente da un sistema montuoso formatosi in seguito a depositi carbonatici e successivi movimenti tettonici e affioramenti ai quali si intercalano una serie di fondovalli o valli fluviali caratterizzati da substrati di accumulo e alluvionali.

I rimboscimenti presenti nel territorio sono prevalentemente costituiti da conifere mediterranee ed in minor misura da eucalitti con una superficie complessiva di 6.546 ha. La tipologia forestale più diffusa è la pineta a pino d'Aleppo che occupa una superficie di 3.580 ha (55%), mentre gli eucalitti occupano complessivamente poco più di 267 ha (Camerano *et al.*, 2011). La stima della biomassa effettuata sulla base dei dati raccolti ed elaborati nell'ambito del piano di gestione dei boschi demaniali del Comune di Bivona, interessa una superficie di 962,63 ha. Per una descrizione più dettagliata dell'area si rimanda a La Mela Veca *et al.* (2014a). Il sito sperimentale di Contrada Portella Cicala è caratterizzato da un soprassuolo coetaneo di circa 50 anni di età a prevalenza di pino d'Aleppo con cipresso comune e dell'Arizona con esposizione Sud, pendenza debole e quota media di 950 m s.l.m..

2.2 Metodologia d'indagine

Nel territorio dei Monti Sicani le superfici interessate da rimboschimenti sono state classificate a partire dalla Carta forestale della Regione Sicilia (CFRS, 2007) e aggiornate al 2013 tramite fotointerpretazione in ambiente GIS di immagini telerilevate a colori del 2013 (*Bing Maps Aerial*). La superficie forestale individuata è stata classificata in funzione della carta del grado di copertura ottenuta anch'essa dalla fotointerpretazione delle stesse immagini. In questa fase sono state individuate Unità di Gestione (UdG) ossia, aree omogenee per tipo forestale e densità. A tal fine sono state costruite le curve di correlazione statistica tra il grado di copertura rilevata a GIS e la densità arborea rilevata precedentemente in campo in aree di saggio realizzate, per ciascuna tipologia forestale, nell'ambito di precedenti attività sperimentali condotte dal Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali dell'Università di Palermo (Tab. 1). Le curve di correlazione copertura-densità hanno consentito di ricavare il valore medio di densità per ognuna delle classi di copertura di ciascuna tipologia forestale (0-20%; 20-50%; 50-100%). In tal modo è stato possibile procedere alla spazializzazione dei valori medi di

densità per ciascuna UdG sulla base della carta della copertura. Sono stati classificati come molto densi i soprassuoli con densità media maggiore di 900 P/ha, densi quelli con densità media tra 600 e 900 P/ha e poco densi, radi e molto radi quelli con densità media rispettivamente tra 400 e 600, 200 e 400 e < 200 P/ha. La carta delle pendenze, derivata dal Modello Digitale del Terreno (DTM 20x20), ha consentito di classificare le superfici afferenti alle diverse UdG in tre classi (< 25%, tra 25 e 40%, > 40%).

Al fine di individuare un'intensità di intervento equilibrata, compatibile con le esigenze culturali delle formazioni analizzate (regolazione della struttura, avvio e/o sostegno dei processi di rinaturalizzazione), per ogni UdG è stato individuato il tipo di diradamento (grado e intensità) in funzione della densità e della pendenza. Tale intensità oscilla tra 15% del volume per i popolamenti meno densi e con elevata pendenza (diradamenti deboli), fino al 35% per i soprassuoli più densi e ubicati in aree sub-pianeggianti (diradamenti forti). Il volume medio ad ettaro della fitomassa epigea (fusti, rami grossi e ramaglia) per tipologia forestale e per ciascuna classe di densità è stato desunto dai dati disponibili delle aree di saggio (Tab. 1).

I dati relativi al volume ed alla fitomassa sono stati ottenuti attraverso le tavole di cubatura elaborate da Tabacchi *et al.* (2011), le quali forniscono, per le principali specie arboree, i valori di fitomassa attribuiti alla componenti fusto + rami grossi (diametro >5 cm) e alla ramaglia. I valori medi di fitomassa per ciascuna UdG sono stati inseriti nella banca dati GIS ottenendo in tal modo la carta della distribuzione della fitomassa ad ettaro delle formazioni forestali indagate. Sulla base delle intensità di intervento previste è stato possibile ricavare la fitomassa prelevabile, tenendo conto di un solo intervento di diradamento, entro un periodo di 15 anni. I risultati della stima su base territoriale della fitomassa presente ed utilizzabile sono stati confrontati con quelli ottenuti dalla redazione del piano di gestione dei boschi demaniali del Comune di Bivona (La Mela Veca *et al.*, 2014a). Tale confronto è stato eseguito sui valori ottenuti sulle stesse aree (circa 277 ha).

Il confronto tra le due diverse scale di stima ha l'obiettivo di verificare se la stima su base territoriale, condotta in tempi brevi e con modeste risorse, fornisce dati affidabili sul potenziale energetico in termini di biomassa. Tali informazioni sono fondamentali per studi preliminari finalizzati alla creazione di una filiera bioenergetica.

L'attività sperimentale di Contrada Portella Cicala consistente nella realizzazione di un diradamento su una superficie di 1 ha, è servita a testare in campo un modello di intervento replicabile su vasta scala nei rimboschimenti del territorio, a stimare con maggiore precisione la biomassa esistente e prelevabile a fini energetici ed effettuare un confronto dati ottenuti con l'approccio territoriale in ambiente GIS.

A tal fine il soprassuolo è stato interessato prima dell'intervento da rilievi dendrometrici e strutturali eseguiti in due aree di saggio permanentirappresentative del popolamento. La cubatura del soprassuolo prima dell'intervento è stata eseguita utilizzando le tavole di cubatura di Tabacchi *et al.* (2011). Il taglio sull'intera

superficie è stato eseguito previa martellata delle piante da abbattere. Le piante abbattute, ricadenti all'interno delle due aree di saggio, sono state cubate con il metodo per sezioni di *Heyer*, mentre la ramaglia ottenuta è stata pesata (Fig. 2).

3. Risultati e discussione

L'analisi condotta sui rimboschimenti a livello territoriale nel comprensorio dei Monti Sicani ha permesso per ogni tipologia forestale di stimare la biomassa presente e prelevabile con la realizzazione di interventi di rinaturalizzazione (diradamenti). I valori più elevati della fitomassa epigea unitaria si riscontrano all'interno dei soprassuoli puri e misti a prevalenza di pino d'Aleppo e negli eucalitteti. La pineta a pino d'Aleppo presenta anche la maggior superficie soggetta ad interventi selvicolturali (2.853,36 ha). In questi boschi sono previste anche le più elevate intensità di prelievo di biomassa per unità di superficie (76,83 t/ha). I Boschi misti di conifere a prevalenza di pino d'Aleppo sono al secondo posto sia in termini di superficie soggetta ad intervento sia di percentuale di biomassa prelevabile (Tab. 2). Le tabelle 3 e 4 riportano i dati della stima della fitomassa epigea e alla relativa porzione utilizzabile, ottenuti per la stessa area con due diversi livelli di pianificazione; territoriale e aziendale.

Dal confronto dei dati ottenuti con i due approcci emerge una elevata conformità di valori in termini di estensione delle tipologie forestali, fatta eccezione per le pinete a pino d'Aleppo e le cipressete. Nell'ambito dell'analisi su base territoriale GIS le superfici interessate dalle pinete a pino d'Aleppo e dalle cipressete ammontano rispettivamente a 121,99 e 11,67 ha. Le superfici delle medesime tipologie stimate nell'ambito del piano di gestione hanno fornito valori considerevolmente differenti (rispettivamente 79,95 e 39,98 ha). Tali differenze sono dovute alla difficoltà di discriminare durante la fase di fotointerpretazione in ambiente GIS le pinete a pino d'Aleppo rispetto alle cipressete, specialmente in presenza di soprassuoli misti costituiti dalle due specie. In questa fase sono state dunque sovrastimate le superfici a pino rispetto a quelle a cipresso. Un altro motivo di questa divergenza risiede nella maggior precisione ed accuratezza che è stata raggiunta in fase di redazione del piano di gestione, soprattutto grazie alle numerose e capillari indagini di campo che hanno consentito di acquisire informazioni affidabili sulla distribuzione delle tipologie forestali.

Tra le due metodologie si registrano differenze anche nella percentuale di superficie da sottoporre ad intervento di diradamento. Si noti come nel caso dell'approccio GIS tali percentuali siano inferiori rispetto a quelle stimate per il piano di gestione. Questa differenza è dovuta principalmente al diverso criterio di suddivisione e classificazione delle unità di gestione utilizzati nei due approcci (cfr. paragrafo 2.2): nell'ambito del piano di gestione le superfici di intervento, all'interno delle unità di gestione (sottoparticelle), sono state individuate in campo sulla base di molteplici fattori (stazionali e culturali), mentre nell'approccio territoriale tale scelta è stata operata tenendo conto esclusivamente

di informazioni elaborate in ambiente GIS (pendenza e grado di copertura). I valori totali della fitomassa epigea stimata (t/ha) nell'ambito dell'approccio territoriale sono risultati maggiori rispetto a quelli ottenuti dal piano di gestione (119,40 t/ha contro 83,64 t/ha). Nel primo caso la tipologia maggiormente produttiva in termini di fitomassa unitaria è la pineta a pino d'Aleppo (179,08 t/ha), seguita dalla pineta a pino nero (105,32 t/ha) e dalla cedreta a cedro dell'Atlante (98,99 t/ha), nel caso del piano di gestione invece, i valori più elevati si riscontrano nelle cedrete a cedro dell'Atlante (118,57 t/ha) e nelle pinete a pino d'Aleppo (103,46 t/ha). Anche per i prelievi unitari i valori ottenuti con l'approccio territoriale (39,60 t/ha) risultano maggiori rispetto a quelli del piano (20,39 t/ha). Le differenze emerse dal confronto sono dovute al fatto che nell'approccio territoriale gli interventi sono stati programmati in maniera uniforme per l'intera superficie di unità di gestione molto estese e di conseguenza molto eterogenee nei confronti sia della densità del soprassuolo sia della pendenza; i dati ottenuti dal piano di gestione si riferiscono invece alle singole sottoparticelle caratterizzate da una elevata omogeneità in termini di composizione specifica e densità del soprassuolo e pendenza del terreno. In quest'ultimo caso quindi l'intensità dei tagli è stata modulata considerando con maggior accuratezza le variazioni nell'acclività dei versanti, ed attribuendo una ripresa minore a quelle porzioni che presentavano pendenze elevate a parità di densità del soprassuolo. Un altro aspetto da considerare per spiegare le differenze è che nell'approccio territoriale la densità dei soprassuoli è stata derivata attraverso una correlazione tra la densità rilevata in aree di saggio rappresentative e il grado di copertura ottenuto da fotointerpretazione in ambiente GIS; ciò ha comportato la sovrastima del numero di piante ad ettaro (densità) nei boschi con elevata copertura. Nell'ambito dell'approccio GIS le tipologie per le quali sono previsti i prelievi unitari maggiori sono le pinete a pino d'Aleppo (56,09 t/ha), le pinete a pino nero (29,58 t/ha) e le cedrete a cedro dell'Atlante (29,12 t/ha). Secondo la metodologia adottata per il piano di gestione le tipologie con i prelievi ad ettaro più rilevanti sono le cedrete a cedro dell'Atlante (27,18 t/ha), seguite dalle pinete a pino d'Aleppo (20,28 t/ha). In tabella 4 sono riportati i dati ottenuti nell'ambito dell'attività sperimentale svolta in Contrada Portella Cicala e il confronto tra questi con quelli ottenuti per la stessa particella nell'ambito dell'indagine su base territoriale. Il soprassuolo della particella è costituito da pino d'Aleppo e cipresso comune e presenta un grado di copertura elevato (90%) e una densità di 836 P/ha. I dati ottenuti con i diversi metodi di cubatura mostrano una elevata congruenza specialmente per la stima della fitomassa esistente e prelevabile relativa al fusto e ai rami grossi. I valori della ramaglia sono risultati invece sottostimati con il metodo della cubatura del soprassuolo in piedi rispetto ai valori ottenuti con la pesatura della ramaglia dopo l'intervento (28 e 31 t/ha contro 57 t/ha). I valori di fitomassa epigea totale stimati per l'area sperimentale a scala territoriale mostrano una elevata congruenza con quelli dedotti per via sperimentale. I totali relativi alla fitomassa prelevabile sono risultati

lievemente inferiori presumibilmente per la differenza tra la percentuale di prelievo stimata pari al 35% e quella effettivamente prelevata con l'esecuzione del taglio (39%). I dati certificano l'elevata attendibilità della stima realizzata a scala territoriale. Quest'ultima ha altresì permesso di conoscere la fitomassa epigea totale e prelevabile con la gestione dei rimboschimenti all'interno di ciascun comune dei Monti Sicani. I dati ottenuti costituiscono utili informazioni sulle potenzialità produttive dei boschi analizzati in un'ottica di programmazione ai fini della realizzazione su base comunale di filiere corte da dimensionare in funzione della reale disponibilità di biomassa. Dall'analisi dei dati, emerge che i comuni con i più elevati valori di biomassa epigea prelevabile sono Castronovo di Sicilia (106.659 t), Santo Stefano Quisquina (52.463 t) e Cammarata (46.267 t).

4. Conclusioni

I diversi livelli di dettaglio della stima della fitomassa esistente e prelevabile con la gestione sostenibile dei rimboschimenti dei Monti Sicani hanno permesso di confrontare e analizzare le differenze dei risultati ottenuti ai fini del loro impiego nella programmazione di investimenti nel settore delle bioenergie. Dai risultati emerge che la scelta dei tre approcci, caratterizzati da differenti livelli di dettaglio, può essere effettuata in maniera differente in funzione degli obiettivi da raggiungere. In particolare l'approccio territoriale eseguito in ambiente GIS può trovare ampia applicazione in studi preliminari finalizzati alla valutazione delle potenzialità produttive di un territorio in termini di biomassa forestale da utilizzare a fini energetici. Il livello di pianificazione a scala aziendale con la realizzazione del piano di gestione offre invece una maggiore precisione di stima e consente di avere una più precisa contestualizzazione della biomassa nello spazio e nel tempo. In questo caso i dati possono essere utilizzati per l'organizzazione della filiera e per il dimensionamento degli impianti di cogenerazione. Infine, il livello operativo di esecuzione dell'intervento, raggiunto con le attività sperimentali di Contrada Portella Cicala, ha permesso di aumentare ulteriormente la precisione delle stime e nello stesso tempo di testare tempi e impatti dei sistemi di lavoro utilizzato (La Mela Veca *et al.*, 2014b). La produzione di biomassa a scopo energetico può dare un impulso alla gestione sostenibile dei rimboschimenti che necessitano di interventi urgenti.

Il raggiungimento degli obiettivi prefissati potrebbe produrre inestimabili vantaggi ambientali. Inoltre, la possibilità legata alla realizzazione di filiere corte per l'utilizzo della biomassa residuale a fini energetici permetterebbe di valorizzazione economicamente assortimenti legnosi caratterizzati da scarse qualità tecnologiche che attualmente non trovano destinazioni più remunerative. In merito a queste considerazioni fanno eccezione alcune specie a legno più pregiato che possono produrre assortimenti di qualità e più remunerativi sul mercato come il cedro dell'Atlante (Brunetti *et al.*, 2001; La Mela Veca *et al.*, 2013) e i cipressi. In particolare nel caso del cedro sarà opportuno valutare e quantificare gli assortimenti da impiegare per usi più nobili e destinare

come biomassa i residui delle utilizzazioni (ramaglia) e tutti quegli assortimenti che provenendo da primi diradamenti spesso non raggiungono le soglie minime richieste dall'industria del legno (sottomisure). La realizzazione di un sistema di valorizzazione della biomassa avrebbe ovviamente delle ricadute sociali ed economiche importanti per le comunità locali. Infatti, oltre alla creazione di nuovi posti di lavoro legate alle successive fasi di trasformazione del prodotto grezzo (stoccaggio, cippatura, gestione dell'impianto), la vendita della biomassa costituirebbe un'entrata importante nel bilancio della Regione che consentirebbe di coprire in parte i costi della manodopera. Il modello sviluppato per il territorio del Comune di Bivona potrebbe altresì rappresentare un riferimento per la realizzazione di altri piani di gestione e di filiere locali in altri contesti territoriali siciliani. I proprietari forestali privati e gli agricoltori potrebbero trovare conveniente conferire la biomassa all'interno di

una filiera che può incentivare la nascita di imprese/cooperative da coinvolgere nella raccolta, trasporto e trasformazione del prodotto. In tal senso la biomassa forestale ottenibile dagli interventi selvicolturali potrà essere ulteriormente integrata con i residui delle potature delle colture da frutto (pescheti, oliveti, vigneti, ecc.) presenti nel territorio. In tal modo sarà possibile incrementare l'efficienza produttiva e diversificare le fonti di approvvigionamento della biomassa all'interno della filiera.

Ringraziamenti

Lavoro svolto nell'ambito del Progetto europeo IS-MED10-009 PROFORBIOMED "Promotion of residual forest biomass in the Mediterranean basin" (www.proforbiomed.eu).

Tabella 1. Superficie e numero di aree di saggio disponibili per ogni raggruppamento omogeneo di tipologie forestali utilizzate per la stima della biomassa nei Monti Sicani.

Table 1. Surface and number of sample plots available for each homogeneous group of forest types used for the estimation of biomass in the Sicani Mountains.

<i>Tipologie forestali</i>	<i>Superficie</i>		<i>N. AdS</i>
	<i>[ha]</i>	<i>[%]</i>	
Pinete a pino d'Aleppo, Boschi misti a pino d'Aleppo e altre conifere, Boschi misti a pino d'Aleppo e latifoglie	4814,22	73,53	35
Cedrete a cedro dell'Atlante, Boschi misti a cedro dell'Atlante e pino nero, Boschi misti a cedro dell'Atlante e conifere mediterranee	632,04	9,66	28
Pinete a pino domestico, Boschi misti a prevalenza di pino domestico	432,15	6,60	3
Eucalitteti	267,10	4,08	6
Cipressete	313,61	4,79	11
Pinete a pino nero	86,75	1,34	5
Totale	6545,87	100,00	88

Tabella 2. Fitomassa epigea esistente e prelevabile con l'esecuzione dei diradamenti per ogni tipologia forestale dei Monti Sicani.

Table 2. Aboveground phytomass existing and extractable with the execution of thinning for each forest type of Sicani Mountains.

<i>Tipologia forestale</i>	<i>Superficie intervento</i>	<i>Fitomassa epigea</i>		
		<i>totale</i>	<i>prelevabile</i>	
	<i>[ha]</i>	<i>[t/ha]</i>	<i>[t/ha]</i>	<i>[%]</i>
Pinete a pino d'Aleppo	2853,36	249,63	76,83	30,78
Boschi misti di conifere a prevalenza di pino d'Aleppo	989,76	250,94	60,01	23,95
Boschi misti di conifere a prevalenza di cedro dell'Atlante	343,95	132,43	35,23	26,60
Pinete a pino domestico	383,48	109,8	34,74	31,64
Cipressete a Cupressus sp. pl.	254,88	65,59	20,29	30,93
Eucalitteti	174,47	288,39	61,15	21,21
Cedrete a cedro dell'Atlante	99,87	124,95	30,95	24,77
Pinete a pino nero	58,16	143,66	40,83	28,42
Boschi misti a pino domestico e cipressi	29,86	102,88	31,57	30,68
Boschi misti a pino domestico ed eucalitto	4,97	46,05	9,67	21,00
Totale	5192,78	219,44	62,87	27,00

Tabella 3. Valori di fitomassa epigea esistente e prelevabile con il diradamento riferiti alle stesse aree nel Comune di Bivona con l'approccio territoriale in ambiente GIS (A) e dai dati del piano di gestione (B) per ciascuna tipologia forestale.

Table 3. Values of existing aboveground phytomass and extractable with the execution of thinning referring to the same areas in the municipality of Bivona with the GIS territorial approach (A) and by the management plan data (B) for each forest type.

Tipologia forestale	Superficie [ha]	Fitomassa epigea [t/ha]			Superficie intervento [%]	Prelievo [t/ha]		
		Fusto e rami grossi	Ramaglia	Totale		Fusto e rami grossi	Ramaglia	Totale
A								
Pinete a pino d'Aleppo	121,99	125,39	53,69	179,08	68,55	39,28	16,82	56,09
Cipressete	11,67	39,63	23,02	62,66	82,95	8,21	4,77	12,98
Cedrete a cedro dell'Atlante	74,72	72,47	26,53	98,99	76,38	21,33	7,79	29,12
Pinete a pino nero	29,29	72,95	32,37	105,32	71,01	20,49	9,09	29,58
Boschi di latifoglie	5,16	-	-	-	-	-	-	-
Praterie, arbusteti, viali parafuoco, ATPS	34,05	-	-	-	-	-	-	-
Medie e totali	276,89	84,19	35,21	119,40	61,82	29,25	12,19	39,60
B								
Pinete a pino d'Aleppo	79,95	70,08	33,38	103,46	89,63	13,76	6,52	20,28
Cipressete	39,98	39,85	20,54	60,39	99,52	6,85	3,51	10,36
Cedrete a cedro dell'Atlante	78,10	84,51	34,06	118,57	97,95	19,50	7,68	27,18
Pinete a pino nero	34,33	60,66	29,21	89,87	100,00	11,52	5,63	17,14
Boschi di latifoglie	7,72	12,18	4,40	16,58	-	-	-	-
Praterie, arbusteti, viali parafuoco, ATPS	36,80	-	-	-	-	-	-	-
Medie e totali	276,89	57,69	25,95	83,64	80,28	14,15	6,24	20,39

Tabella 4. Confronto tra i valori di fitomassa epigea presente e prelevabile stimati nella particella sperimentale di Contrada Portella Cicala con l'approccio a scala territoriale e quelli ottenuti dai rilievi in campo eseguiti prima e dopo l'intervento di diradamento.

Table 4. Comparing the values of existing and extractable phytomass estimated in the experimental parcel of Contrada Portella Cicala on a territorial scale and those obtained from field surveys conducted before and after the thinning.

Specie	Grado copertura	Densità	Diradamento		Fitomassa epigea				
					Fusto + rami grossi		Ramaglia		Totale prelevabile/prelevata
					Totale	Prelevabile	Totale	Prelevabile	
[%]	[P/ha]	[Grado]	[%]	[t/ha]					
Pino d'Aleppo*	> 50	700	Forte	35	187	65	80	28	93
Pino d'Aleppo**	90	836	Forte	39	177	66	75	28	94
Cipresso**					7	5	4	3	8
Totali**					184	71	79	31	102
Pino d'Aleppo***	90	836	Forte	39	177	68	75	49	107
Cipresso***					7	9	4	8	17
Totali***					184	77	79	57	124

*Dati ottenuti dalla stima a scala territoriali in ambiente GIS (Monti Sicani).

**Dati ottenuti con la cubatura degli alberi in piedi prima del diradamento (Contrada Cicala).

***Dati ottenuti dalla cubatura per sezioni degli alberi atterrati e dalla pesatura della ramaglia dopo il diradamento (Contrada Cicala).

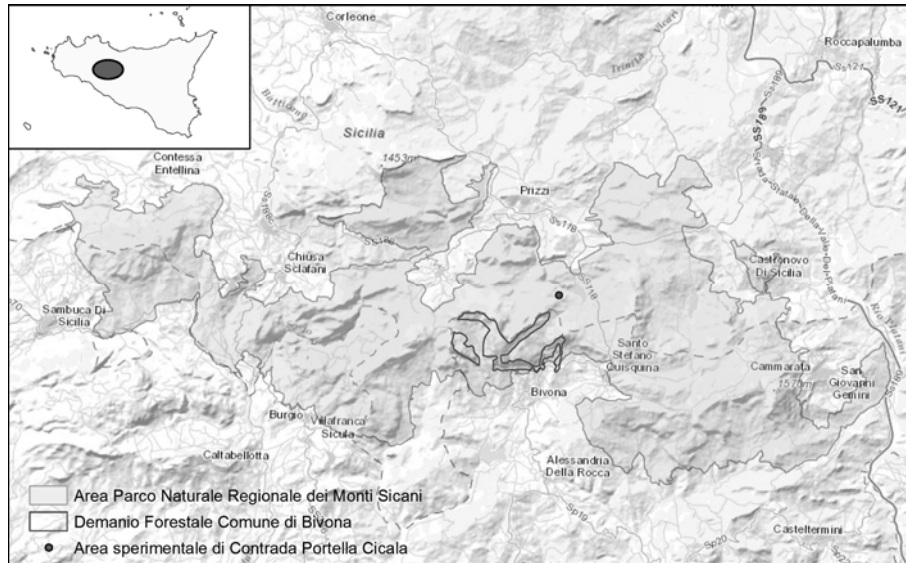


Figura 1. Localizzazione aree di studio.
Figure 1. Study areas localization.



Figura 2. Fase di esecuzione del diradamento in Contrada Portella Cicala.
Figure 2. Execution phase of thinning cut (Contrada Portella Cicala).

SUMMARY

Management of Mediterranean reforestations and the energetic use of the biomass: the case study of the Sicani Mountains (Western Sicily)

The Sicani Mountains is one of the districts where, in last century, the greatest extension of reforestation of western Sicily was realized, under the policy for hydro-geological risk protection. This paper describes the consistency and potential energy use of the biomass obtained from the management of these reforestations.

For this purpose the ecological and forestry requirements of these stands have been analyzed, in order to carry out appropriate forest operations aimed to favouring and supporting the renaturalization processes. The survey was conducted on two levels of detail: on a territorial basis, in a GIS environment for the entire area, and on a municipal basis through the realization of a management plan.

The biomass estimation has been carried out by using the dendrometric data available by other researches carried out in the study area. Furthermore, an experimental activity has been carried out on a test area (1 ha)

finalized to harvesting of the biomass obtained from a thinning of an Aleppo pine stand. The results confirmed that developing a local forest-wood-energy supply chain is suitable in order to feed a CHP plant that could be located in each Municipalities, sized according to the availability of biomass, under the requirements of the management plan. The same option can be developed in the other municipalities of the study area with the possibility to integrate the wood biomass with resources potentially available from farming activities.

BIBLIOGRAFIA CITATA E DI RIFERIMENTO

- Bernetti G., 1999 – *La probabilità di rinaturalizzazione delle specie esotiche*. L'Italia Forestale e Montana, 1: 50-52.
- Boscaleri F., Corona P., Maetzke F., 2004 – *Valutazione dell'attitudine alla rinaturalizzazione dei rimboschimenti*. Linea Ecologica, 1: 13-18.
- Brunetti M., De Capua E.L., Macchioni N., Monachello S., 2001 – *Natural durability, physical and mechanical properties of Atlas cedar (Cedrus atlantica Marnetti) wood from Southern Italy*. Annals of Forest Science, 58: 607-613.
<http://dx.doi.org/10.1051/forest:2001148>
- Camerano P., Cullotta S., Varese P., 2011 – *Strumenti conoscitivi per la gestione delle risorse forestali della Sicilia*. Tipi Forestali. Regione Siciliana, pp. 192.
- Del Favero R., 2008 – *I boschi delle regioni meridionali e insulari d'Italia: tipologia, funzionamento, selvicoltura*. CLEUP Padova, pp. 469.
- Dreyfus P., 2003 – *Peuplements forestiers artificiels en région méditerranéenne: vers une renaturalisation*. Forêt Méditerranéenne, 1: 45-52.
- La Mela Veca D.S., 2009 – *Ecologia e selvicoltura dei boschi artificiali di conifere dei Monti Sicani (Sicilia)*. Atti del Terzo Congresso Nazionale di Selvicoltura. Taormina (ME), 16-19 ottobre 2008. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze, pp. 205-212.
- La Mela Veca D.S., Ferrara S., Maetzke F., 2013 – *Les reboisements en cèdre de l'Atlas en Sicile*. Forêt Méditerranéenne, t. XXXIV, 1: 13-24.
- La Mela Veca D.S., Clementi G., Fiasconaro E., Traina G., 2014a – *Il Piano di gestione dei boschi demaniali del Comune di Bivona (Provincia di Agrigento)*. In: Gestione sostenibile delle foreste Mediterranee e uso energetico della biomassa forestale. Collana Sicilia Foreste, n. 51: 28-34. Dipartimento Regionale dello Sviluppo Rurale e Territoriale, Regione Siciliana.
- La Mela Veca D.S., Clementi G., Traina G., 2014b – *Rimboschimenti e uso energetico della biomassa forestale nei Monti Sicani (Sicilia occidentale)*. In: Gestione sostenibile delle foreste Mediterranee e uso energetico della biomassa forestale". Collana Sicilia Foreste, n. 51: 10-16. Dipartimento Regionale dello Sviluppo Rurale e Territoriale, Regione Siciliana.
- Nocentini S., 2000 – *La rinaturalizzazione dei sistemi forestali: aspetti concettuali*. L'Italia Forestale e Montana, 55 (4): 211-218.
- Tabacchi G., Di Cosmo L., Gasparini P., Morelli S., 2011 – *Stima del volume e della fitomassa delle principali specie forestali italiane. Equazioni di previsione, tavole del volume e tavole della fitomassa arborea epigea*. Consiglio per la Ricerca e la sperimentazione in Agricoltura, Unità di Ricerca per il Monitoraggio e la Pianificazione Forestale. Trento, pp. 412.

RICERCA SCIENTIFICA E CONSERVAZIONE DELLA BIODIVERSITÀ; 4 ANNI DI ATTIVITÀ NEL PARCO NAZIONALE DEL POLLINO

Annibale Formica¹, Aldo Schettino¹, Giuseppe De Vivo¹

¹Ente Parco Nazionale del Pollino, Complesso Monumentale S. Maria della Consolazione, Rotonda (PZ);
a.formica@annibaleformica.it

Il Parco Nazionale del Pollino con i suoi 192.000 ettari è l'area protetta più vasta d'Italia. A cavallo delle Regioni Basilicata e Calabria comprende 56 comuni di cui 24 della Basilicata e 32 della Calabria. Gli ultimi anni di attività dell'Ente Parco hanno avuto come obiettivo principale il rilancio del ruolo dell'area protetta attraverso un rinnovato protagonismo sia riguardo ai processi di sviluppo locale che alla tutela e conservazione della biodiversità. L'avvio di diversi progetti di ricerca scientifica e di conservazione della biodiversità messi in campo grazie alla "Direttiva Biodiversità" del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del territorio e del Mare (MATTM) oltre che a risorse di bilancio dell'Ente Parco, rappresenta uno degli elementi qualificanti dell'attività dell'Ente. Viene fornita una sintesi delle principali iniziative nel campo della ricerca scientifica e della conservazione della biodiversità nel Parco degli ultimi anni.

Parole chiave: biodiversità, monitoraggio, ricerca scientifica.

Keywords: biodiversity, monitoring, scientific research.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-af-ric>

1. Introduzione

Il Parco Nazionale del Pollino con i suoi 192.000 ettari è l'area protetta più vasta d'Italia. A cavallo delle Regioni Basilicata e Calabria comprende 56 comuni di cui 24 in Basilicata e 32 in Calabria.

Il Parco comprende diversi gruppi montuosi di matrice calcareo-dolomitica: il Massiccio del Pollino, il gruppo dei Monti dell'Orsomarso e il Monte Alpi. Le 3 cime principali della parte centrale del Parco si presentano allineate in direzione W-SE. Da Est troviamo Serra Dolcedorme (2267 m slm), il Monte Pollino (2248 m slm) e la Serra del Prete (2181 m slm). Il gruppo dei Monti dell'Orsomarso, allineati secondo una direttrice NO-SE, comprendono il Monte Palanuda (1632 m slm), Monte Caramolo (1827 m slm), Cozzo del Pellegrino (1935 mslm), Monte Mula e Montea (1785 m slm). A Nord, isolato, il Monte Alpi, un acrocoro che raggiunge i 1900 metri slm. Con 5 cime che superano i 2000 metri di quota il Massiccio del Pollino risulta il più elevato della catena appenninica meridionale.

Un territorio dalla topografia varia e articolata a cui si associa un complesso mosaico ecosistemico e paesaggistico. 110.000 ettari di foreste, 2025 entità floristiche ripartite in 636 generi e 117 famiglie, sono i numeri che attestano la grande ricchezza di biodiversità che il Parco custodisce.

Il Pino loricato, l'emblema del Parco, rappresenta l'elemento di identità locale più significativo del Parco, caratterizzando il paesaggio alto montano, oltre il limite del bosco.

È accertato che la presenza umana nel territorio del Parco Nazionale del Pollino risale a tempi remotissimi.

Dal Paleolitico superiore (Grotta del Romito), attraverso i periodi della colonizzazione greca e romana fino ai nostri giorni l'uomo ha dispiegato sul territorio la sua azione. *"Il Pollino è innanzitutto una montagna prestigiosa che fa da tramite, a un tempo, fra due versanti, due linee costiere e due regioni. È un territorio dove gli uomini sono vissuti da millenni lasciando ampie e profonde testimonianze del loro passaggio: dagli oliveti ai castelli, dai santuari alle necropoli, dai monasteri alle strade e ai sentieri. È una regione di montagna dove gli uomini hanno costruito le loro case e i loro villaggi, storicamente caratterizzati gli uni rispetto agli altri, e dove mantengono ancora la loro lingua, i riti e le tradizioni delle origini. È un ambiente naturale dove gli uomini si sono affacciati a costruire un paesaggio di campi coltivati, di pascoli, di foreste. È dunque uno spazio globale di vita, dove generazioni e generazioni hanno trovato la loro identità e sviluppato una cultura autoctona".*¹

2. Conservazione e ricerca scientifica

Sia la ricerca scientifica che le attività di conservazione della natura rientrano tra le finalità istitutive dei Parchi Nazionali. Esse costituiscono un binomio inscindibile sul quale si basa una parte rilevante delle attività dell'Ente di gestione del Parco. La Legge Quadro sulle aree protette n. 394/91 all'Art. 1 comma 3 sancisce:

¹ "Pollino, un parco naturale che vi riguarda", novembre 1979, a cura del gruppo interdisciplinare di studio vincitore del concorso nazionale d'idee per la creazione del Parco del Pollino. Coordinatore: Guido Ferrara.

“I territori nei quali siano presenti i valori di cui al comma 2, specie se vulnerabili, sono sottoposti ad uno speciale regime di tutela e di gestione, allo scopo di perseguire, in particolare, le seguenti finalità:

a) conservazione di specie animali o vegetali, di associazioni vegetali o forestali, di singolarità geologiche, di formazioni paleontologiche, di comunità biologiche, di biotopi, di valori scenici e panoramici, di processi naturali, di equilibri idraulici e idrogeologici, di equilibri ecologici;

c) promozione di attività di educazione, di formazione e di ricerca scientifica, anche interdisciplinare, nonché di attività ricreative compatibili”;

2.1 Conservazione

La conservazione della natura è un tema incalzante in ragione del depauperamento sempre più spinto delle risorse naturali e della biodiversità a livello globale e alle minacce derivanti dai cambiamenti climatici (Global Change). Una riflessione sulle problematiche della conservazione della natura evidenzia aspetti e valutazioni differenti, a volte contrastanti, a seconda della scala di riferimento e anche dei vari contesti geopolitici. Da una parte il cosiddetto “mondo occidentale” in cui sono affermate e istituzionalizzate politiche di protezione ambientale (Riserve, Aree protette, legislazione ambientale) dall'altra i Paesi in via di sviluppo in cui lo sfruttamento delle risorse naturali assume la forma di un vero e proprio saccheggio.

Nello stesso tempo osserviamo che i paesi dell'Occidente, attraverso i processi della produzione materiale, concorrono in maniera preponderante al fenomeno del riscaldamento climatico (Global Warming) in atto.

Il saldo a livello globale è comunque fortemente negativo. Tutti i rapporti sullo stato della conservazione della natura nel mondo registrano una drammatica diminuzione del capitale naturale. I tassi di deforestazione, pur se diminuiti negli ultimi anni, sono altissimi. Secondo il rapporto della FAO “Valutazione delle Risorse Forestali Mondiali 2010”, a livello mondiale, nel decennio 2000-2010, ogni anno circa 13 milioni di ettari di foreste sono stati convertiti ad altro uso o sono andati perduti. La frammentazione degli habitat, i tassi di estinzioni delle specie animali e vegetali superiori di 1000 volte al tasso di estinzione “di fondo”, la distruzione degli habitat da parte di specie aliene invasive costituiscono altrettanti fattori della perdita di biodiversità nel mondo. Il processo di globalizzazione dell'attuale ciclo economico e il rapido aumento della popolazione mondiale negli ultimi 20 anni tratteggiano un quadro allarmante per il futuro della biodiversità. Nonostante la consapevolezza oramai acquisita sulla importanza di un uso responsabile delle risorse naturali e sul mantenimento degli equilibri ambientali, il modello di sviluppo predominante è, purtroppo, ancorato saldamente alla “linea di collisione” (Schumacher, 1973). Una riflessione su quest'ultimo punto ci porta ad affermare che “l'economia ha ragionato molto sulla natura del valore, ma non sul valore della natura” (Conferenza Nazionale: Biodiversità e aree protette - Roma 2013).

Il rapporto sullo stato del mondo (State of the World, 2013) del World Watch Institute dal titolo “*Is Sustainability Still Possible*” mette in evidenza, come in questi ultimi 20 anni a partire dalla Conferenza di Rio del 1992, vi sia stato uno “svuotamento” del significato originario del termine “sostenibilità” per connotarsi sempre di più come semplice strumento di marketing.

Le aree protette proprio in ragione di quanto detto hanno acquisito nel tempo una sempre maggiore legittimazione sia a livello nazionale che internazionale. Contenitori di biodiversità, aree di preservazione *in situ* di habitat e specie, modelli di sviluppo sostenibile e altro ancora, sono elementi che accresceranno, in un prossimo futuro, il ruolo delle aree protette.

2.2 La ricerca scientifica

Le ricerche nel campo ambientale e la ricerca naturalistica hanno molto spesso determinato la istituzione stessa delle aree protette (Pignatti, 2011). Allo stesso modo le attività di conservazione della natura hanno dato impulso alla ricerca scientifica. Nonostante questo rapporto “mutualistico” oggi si registra una crisi della ricerca naturalistica. Dal rapporto della Conferenza Nazionale sulla Biodiversità e Aree protette (Roma - dicembre 2013) emerge come la ricerca sulla biodiversità nel nostro Paese, negli ultimi 20 anni, non sia stata sostenuta da adeguati finanziamenti.

Questo proprio in un momento in cui il fenomeno del cambiamento climatico (Global change) e l'impatto antropico sugli ecosistemi hanno assunto un'accelerazione preoccupante che richiederebbe un maggiore impegno della ricerca scientifica.

Il miglioramento della comprensione del funzionamento e della dinamica adattativa dei sistemi naturali e delle specie, il monitoraggio, la ricerca applicata e la sperimentazione rappresentano gli elementi fondanti di un programma di ricerca delle aree protette. La ricerca scientifica nei Parchi Nazionali riveste una importanza strategica per l'implementazione di corrette politiche di conservazione della natura e quindi per la gestione degli stessi.

Conoscere per conservare è un buon *incipit* per la realizzazione di buone pratiche gestionali al fine di aumentare l'efficienza stessa delle attività di conservazione. Sono infatti noti, nella storia della conservazione della natura, esempi di politiche di conservazione clamorosamente errate perché poggiate su una insufficiente conoscenza del funzionamento ecologico dei sistemi da conservare e delle relazioni tra questi e il sistema antropico. È il caso, ad esempio, della Landa di Luneburgo, vasta area nella regione della Bassa Sassonia, Nord della Germania, oggi Parco Nazionale.

All'inizio del XX secolo la brughiera di Luneburgo divenne l'area naturale protetta per antonomasia della Germania. L'istituzione dell'area protetta comportò la sospensione del pascolo e della pratica degli incendi (pratica in uso per “rinnovare” superfici a pascolo).

Già pochi anni dopo la sospensione di dette pratiche, la brughiera si avviò verso una rapida trasformazione con espansione di pinete di pino silvestre. Nel lasso di tempo di qualche anno il bellissimo e famoso paesaggio della brughiera, descritto dai viaggiatori e raffigurato dai pittori

dell'epoca, quasi non esisteva più. Fu allora chiaro che la salvaguardia della brughiera era strettamente legata alle attività che si riteneva, erroneamente, causa di degrado e distruzione della stessa. L'esempio citato mostra da un lato come la scarsa conoscenza del funzionamento ecologico dei sistemi naturali e semi-naturali può determinare scelte gestionali sbagliate. Dall'altro evidenzia un approccio di tipo riduzionista, nel tendere a non considerare l'uomo e le sue attività integrate in un unico sistema, con le sue leggi e la sua complessa rete di relazioni. Detto ciò le aree protette, veri e propri serbatoi di biodiversità, rappresentano luoghi di elezione della ricerca scientifica, veri e propri "campi di ricerca". Il modello proposto è quello che vede il parco come un grande laboratorio permanente, in cui la ricerca scientifica viene svolta in collaborazione con Istituti di ricerca e Università, in cui diviene fondamentale la formazione di esperti in problemi ambientali e di gestione integrata del territorio attraverso l'integrazione dell'esperienza scientifica dei ricercatori con quella degli operatori dei Parchi. La ricerca, interdisciplinare e multidisciplinare, deve porsi nell'ottica di un superamento della visione settoriale e va vista come "(...) attività finalizzata in un quadro organico di iniziative coordinate. Esse debbono riguardare in primis il controllo e la regolazione dei sistemi biologici.

Per controllo si intende quello dell'efficienza ecologica e dei processi di degradazione e ricostruzione; per regolazione s'intende l'apporto dei necessari aggiustamenti, onde mantenere o restaurare lo stato di efficienza desiderato.

La ricerca è dunque lo studio permanente, in senso qualitativo e quantitativo, di equilibrati rapporti fra gli individui e gli insiemi naturali e fra questi e le attività umane, in tutta la gamma delle situazioni di contatto e di conflittualità, dal margine dei sistemi naturali intatti, sino alle zone di dominio dei quelli interamenti artificiali.(...).

Intendendo in questi termini l'attività di ricerca, la responsabilità di un parco nei confronti delle attività scientifico-naturalistiche viene considerevolmente ampliata, al punto che le consuete ricerche settoriali che oggi si conducono, finiscono per costituire, a paragone, solo un inventario di scontata e pregiudiziale utilità. L'indagine scientifica, invece, deve partire sì da un fondamento analitico, ma per poi elevarsi a studio dei rapporti fra elementi e quindi convergere in una sintesi dinamica di descrizione del sistema totale e di sperimentazione dei suoi vari modelli di assetto." (Uomini e Parchi, V. Giacomini, 2002).

Azione conseguente alla ricerca scientifica è la programmazione di un adeguato piano di comunicazione finalizzato alla diffusione e divulgazione dei risultati della ricerca stessa. L'educazione permanente, che il parco svolge nei confronti delle popolazioni locali e nei confronti dei fruitori (visitatori), in gran parte di provenienza urbana, assume una valenza significativa in rapporto alla conoscenza delle attività che il Parco svolge sul territorio. Educare ad una lettura più consapevole dei fenomeni naturali e ad un più responsabile uso delle risorse naturali, attraverso la formazione di una conoscenza ecologica basata su solide fundamenta

scientifiche. La divulgazione costituisce pertanto l'essenziale fase conclusiva della ricerca.

3. I progetti di ricerca e conservazione della Biodiversità

A partire dal 2010 il Parco ha messo in campo una serie di iniziative di ricerca scientifica e di progetti di conservazione della biodiversità sia con risorse finanziarie proprie, sia con risorse assegnate dal Ministero dell'Ambiente.

Infatti pur ribadendo la scarsità delle risorse finanziarie destinate alla ricerca naturalistica e alla biodiversità il Ministero dell'Ambiente a partire dal 2012 ha emanato la "Direttiva Ministero Ambiente per l'impiego prioritario delle risorse finanziarie assegnate ex cap. 1551: indirizzo per le attività dirette alla conservazione della biodiversità", nota, tra gli addetti ai lavori, come Direttiva Biodiversità, con la quale i Parchi Nazionali hanno finanziato diversi interventi di ricerca e di conservazione della biodiversità.

Gli interventi proposti dai parchi e approvati da Ministero dell'Ambiente sono stati divisi in due gruppi. I progetti di sistema ovvero quelli realizzati in partenariato con altri parchi su tematiche comuni.

Azioni complementari svolte singolarmente dai parchi su tematiche di interesse esclusivo dei singoli parchi.

3.1 I progetti di sistema

1) La costituzione della rete dei boschi vetusti dei Parchi Nazionali dell'Appennino meridionale - eco regione tirrenica Il progetto nasce da un partenariato tra i Parchi Nazionali del Cilento, Sila, Aspromonte, Appennino Lucano e Pollino (Capofila del Progetto). Progetto svolto in collaborazione con la Scuola di Scienze Agrarie, Forestali, Alimentari e Ambientali dell'Università degli Studi della Basilicata e il Dipartimento di Biologia, Ecologia e Scienze della Terra dell'Università della Calabria. Direzione scientifica di progetto svolta dal CIRBFEP dell'Università Sapienza di Roma. Il Progetto è in fase di svolgimento.

2) Convivere con il lupo, conoscere per preservare: misure coordinate per la protezione del lupo. Partenariato tra i Parchi Nazionali dell'Alta Murgia (Capofila), Pollino, Appennino Lucano, Gargano, Cilento e Aspromonte. Il progetto riguarda una indagine sulle popolazioni di lupo attraverso il wolf-howling e l'analisi genetica degli escrementi finalizzata all'identificazione individuale e della composizione dei gruppi familiari, al controllo dell'uso del territorio, all'acquisizione di stime demografiche e di variabilità genetica, al potenziale accertamento di casi di ibridazione ed eventuale analisi parasitologica. Il progetto è in fase di svolgimento.

3) Impatto degli ungulati sulla biodiversità: interazione tra cinghiale e biodiversità. Partenariato tra i Parchi Nazionali dell'Appennino Lucano (Capofila), Pollino, Arcipelago Toscano e Cilento.

L'aumento della popolazione dell'ungulato rappresenta una emergenza in rapporto ai danni arrecati alle colture agricole.

Poco indagato invece l'impatto sulla biodiversità in aree non agricole a seguito dell'attività di *rooting* dell'un-

gulato. Le attività previste mirano ad una valutazione degli indici di presenza del cinghiale negli ultimi 4 anni attraverso l'analisi e la mappatura delle domande di indennizzo per danni alle colture agricole e delle schede di abbattimento. Il campionamento viene effettuato con conte numeriche in battuta e attraverso l'uso di foto trappole su aree campione. Inoltre si individueranno alcune specie animali e vegetali che possono essere influenzate negativamente dalla presenza del cinghiale.

4) Monitoraggio delle specie di ambiente umido acquatico Partenariato tra i Parchi Nazionali delle Cinque Terre (Capofila), Pollino, Circeo, Sila e Aspromonte.

A livello europeo risulta che gli habitat acquatici e le torbiere, sono fra quelli maggiormente minacciati.

Appare quindi urgente attuare azioni di censimento, monitoraggio e tutela delle risorse idriche e degli ecosistemi acquatici ad esse associati:

- azioni monitoraggio e di tutela attiva della biodiversità degli ecosistemi acquatici e delle zone umide finalizzate all'acquisizione di informazioni circa la consistenza del patrimonio di biodiversità ma anche per la valutazione dell'efficacia delle misure di conservazione, sia dentro le aree protette ed i siti della Rete Natura 2000, che nelle aree di connessione;

- di fornire contributi conoscitivi sulla distribuzione delle specie e la densità di popolazione con particolare attenzione alle specie tutelate dalla direttiva HABITAT e da quelle elencate come "in pericolo (EN)" e "in pericolo critico (CR)" secondo la recente Lista Rossa dei Vertebrati Italiani (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, 2013);

- di sviluppare indicatori, in particolare per realizzare una scala di valori delle pressioni in atto nelle zone umide, utili alla definizione di linee guida per la tutela della biodiversità di questi ambienti in applicazione delle indicazioni della Strategia Nazionale per la Biodiversità;

- individuare le possibili integrazioni fra gli strumenti normativi e gestionali esistenti per la tutela delle zone umide definiti secondo la normativa europea e nazionale (Dir. Habitat, Uccelli e Dir. Quadro Acque e sulla Strategia per l'ambiente marino, normativa nazionale di recepimento) ed elaborare strumenti di tutela e linee guida da inserire nei piani di gestione;

- lo sviluppo e la realizzazione di progetti pilota per la valorizzazione e conservazione della biodiversità degli ecosistemi di ambiente umido-acquatico.

3.2 Azioni complementari

1) Conservazione *in situ* del germoplasma di pino loricato. Azioni svolte: a) studio areale, b) studio della variabilità genetica adattativa, c) indagine dendrocronologica su esemplari monumentali.

È stato innanzitutto studiato e cartografato l'areale attuale della specie attraverso foto interpretazione e sopralluoghi di verifica in campo. L'azione è stata svolta dal SAFE dell'Università degli Studi della Basilicata.

Per lo studio della variabilità genetica gli obiettivi di carattere generale principali sono la comprensione della componente genetica dell'adattamento locale lungo transekti altitudinali, la relazione tra i geni studiati e la risposta fisiologica che generano, la quantificazione della

variabilità genetica potenzialmente adattativa in una specie con distribuzione locale estremamente limitata.

Le popolazioni di alta quota di Pino loricato sono particolarmente interessanti per la ricerca dendrocronologica in quanto risulta ampiamente provato che individui molto longevi si trovano in luoghi remoti di alta quota ed in condizioni ambientali fortemente limitanti, come terreni estremamente sottili e in forte pendenza. L'indagine vuole implementare gli studi passati, proponendo l'analisi dendrocronologica di esemplari monumentali censiti che con grande probabilità darebbe risultati nuovi e sorprendenti a livello scientifico, anche in relazione a tutta una serie di ulteriori dati ecologici e ambientali acquisibili con le applicazioni dendrocronologiche (dendroclimatologia, dendroecologia etc.) e considerando, altresì, che la serie dendrocronologica del Pino loricato potrebbe candidarsi ad essere la più lunga stabilita per una specie arborea nel panorama italiano.

2) Monitoraggio della popolazione di grifone (*Gyps fulvus*) mediante telemetria satellitare. Il progetto reintroduzione del grifone è iniziato nel 2000 e attualmente la popolazione conta un numero di esemplari da 10 a 30 di cui 12 sono stati reintrodotti. Ad oggi nel PN del Pollino tale attività è svolta dal personale dell'Ente utilizzando tre tecniche: la radiotelemetria con tecnologia VHF; la lettura mediante strumentazione ottica e mediante fototrappolaggio al carnaio degli anelli colorati con codice alfa numerico. Scopo delle attività proposte è quello di realizzare una campagna di cattura degli animali presenti al fine di marcare con anelli colorati (in metallo con codifica *EURING*) e posizionare le radio con tecnologia GPS. Tali dispositivi rilevano in maniera autonoma e costante, secondo un protocollo impostato e sempre modificabile, le coordinate geografiche relative alle localizzazioni degli animali grazie alle diverse costellazioni di satelliti artificiali (GPS, Argos, Iridium) e le immagazzinano in attesa di essere scaricate con diverse modalità: via radio (segnale VHF o UHF) verso un trasponder dedicato con una portata massima di alcuni km, con un modem GSM e l'invio di SMS oppure grazie alla rete satellitare (*Iridium* o *Argos*) verso server internet. La realizzazione di tali azioni garantisce un deciso incremento della qualità del monitoraggio sia in termini di continuità di localizzazioni sia in termini di quantità poiché sarebbe possibile catturare e marcare, almeno con anello colorato e *EURING*, gli individui erratici aggregati alla popolazione del Pollino allo stato privi di marcatura individuale. Il progetto è in fase di svolgimento.

3) Un laboratorio naturale permanente nel Parco Nazionale del Pollino. Il progetto di durata biennale, si è concluso alla data del 31 ottobre 2013. Il progetto nasce dalla collaborazione dell'Ente Parco con le Università della Basilicata e della Calabria. Esso consta di due linee di ricerca: a) Ecologia, selvicoltura e gestione dei boschi a partecipazione di abete bianco (Sub-tema 1): Ecologia fisiologica della rinnovazione naturale; Sub-tema 2) Selvicoltura e gestione; b) Dinamismo vegetazionale in formazioni prative di alta quota in regime di riscaldamento climatico (riscaldamento indotto tramite Open Top Chamber, OTC).

Per quest'ultima linea di ricerca sono state allestite tre aree

a quote diverse. Esse consistono di quadrati di 10 metri di lato opportunamente recintate e munite all'interno dei materiali e strumenti per la ricerca. I dati finora ottenuti hanno evidenziato che il riscaldamento del clima può alterare biodiversità e ritmi fenologici delle fitocenosi investigate. Le conseguenze di tale influenza sono apparse diverse a seconda della comunità vegetale, suggerendo diversi modelli di risposta e potenzialità di adattamento al riscaldamento. I risultati della ricerca sono stati pubblicati sul numero speciale de L'Italia Forestale e Montana n. 2 del 2014. Alcuni articoli per riviste specialistiche sono in fase di preparazione e di revisione.

Sulle aree allestite verrà continuato il monitoraggio.

4) Conservazione ex situ di specie della flora del Pollino a rischio di estinzione. Il progetto ha previsto la raccolta del seme di circa 40 specie vegetali rare o a vario grado di rischio di estinzione e conseguente conservazione nella banca del germoplasma della Lombardia e nella Millennium Seed Bank del Kew Gardens di Londra.

L'azione si è svolta in collaborazione con il Laboratorio di Ecologia Vegetale e Conservazione delle Piante dell'Università di Pavia.

SUMMARY

Scientific research and conservation of biodiversity; 4 years of activity in Pollino National Park

The Pollino National Park with its 192,000 hectares is the largest protected area of Italy. Located between the regions Basilicata and Calabria comprises 56 municipalities (24 Basilicata and 32 Calabria). The last years of the Park have had as main objective to revive

the role of the protected area through a renewed leadership is about the processes of local development and the protection and conservation of biodiversity.

The launch of several scientific research projects and conservation of biodiversity fielded thanks to "Directive Biodiversity" of the Ministry for the Environment, Land and Sea (MEPLS), in addition to the budgetary resources of the Park, is one the salient elements of the Park.

Provides a summary of the main initiatives in the field of scientific research and conservation of biodiversity in the Park in recent years.

BIBLIOGRAFIA CITATA E DI RIFERIMENTO

AA.VV., 2014 – *Un laboratorio naturale permanente nel Parco Nazionale del Pollino: premessa conoscitiva per una gestione sostenibile*. Atti della giornata di studio, Terranova di Pollino (PZ), 4 dicembre 2014. L'Italia Forestale e Montana, n. 2.

AA.VV., 2013 – *Conferenza Nazionale sulla Biodiversità e Aree protette*. Atti della Conferenza, Roma, Dicembre, 2013.

Küster H., 2010 – *Piccola storia del paesaggio*. Donzelli Editore.

Ente Parco Nazionale del Pollino, 2012 – *Piano per il Parco*.

Pignatti S., 2011 – *Aree Protette e ricerca scientifica*. Edizioni ETS, pp. 71-73.

State of the World, 2013 – *World Watch Institute*. Edizioni Ambiente.

State of the World's Forests, 2014 – *Food and Agriculture Organization of the United Nation (FAO)*.

IL RUOLO DEI PARCHI NELLA GESTIONE DEL TERRITORIO

Michele Laudati¹

¹Ente Parco Nazionale della Sila; direttore@parcosila.it

La fine del secolo scorso ha visto l'affermazione del pensiero ecologico che in breve tempo ha pervaso tutte le componenti della società imponendo una vera e propria rivoluzione culturale, sociale ed economica. La diffusione delle aree protette e un interesse sempre crescente verso tutto ciò che conserva ancora elementi di naturalità ne sono chiara dimostrazione. In questi ultimi anni si sta affermando un ulteriore importante cambiamento: i parchi e le aree protette assumono un ruolo chiave e di guida nella pianificazione e programmazione dello sviluppo sostenibile in tutto il territorio, anche quello circostante. In quest'ottica, il Parco Nazionale della Sila, che è stata riconosciuto come 10^a Riserva della Biosfera italiana nella Rete Mondiale dei siti di eccellenza dell'UNESCO, ha allargato i suoi confini fino a raggiungere circa 355 mila ettari di terreno, estesi su 66 comuni, fra cui i 18 comuni storici originari e costitutivi del Parco. Si tratta di un'area che mostra elementi di omogeneità in termini di caratteristiche economiche e socio-demografiche.

Parole chiave: aree protette, gestione del territorio, selvicoltura sistemica.

Keywords: protected areas, land management, systemic silviculture.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-ml-ruo>

1. Introduzione

Il Parco Nazionale della Sila nel 2010 ha avviato il complesso processo per la candidatura a Riserva MAB. Per raggiungere tale scopo sono state coinvolte le comunità locali presenti su un territorio molto ampio, corrispondente a circa un terzo della Regione Calabria, quasi 5 volte l'attuale superficie del Parco Nazionale della Sila. A tale processo hanno preso parte la Regione Calabria e le amministrazioni provinciali di Cosenza, Catanzaro e Crotona, le amministrazioni comunali il cui territorio ricade entro i confini della Riserva MAB, la Camera di Commercio di Cosenza, Catanzaro e Crotona, le associazioni di categoria, quelle degli imprenditori, datoriali, i sindacati, l'Università della Calabria e quella "Mediterranea" di Reggio Calabria, l'Accademia Italiana di Scienze Forestali, numerose associazioni pubbliche e private, che si sono dichiarate interessate alla proposta avanzata dal Parco Nazionale della Sila, assicurando il loro fattivo apporto, tramite un protocollo d'intesa che vede 111 componenti. Grazie al lavoro che è stato promosso e sviluppato dal Parco Nazionale della Sila, il Consiglio Internazionale di Coordinamento del Programma MAB, nel corso della 26^o sessione che si è tenuta a Jönköping in Svezia - 10/13 giugno 2014 - ha approvato l'iscrizione della Sila quale 10^a Riserva della Biosfera italiana nella Rete Mondiale dei siti di eccellenza dell'Unesco.

Il territorio che attualmente costituisce la Riserva della Biosfera abbraccia una superficie di 355 mila ettari, comprende 66 comuni, compresi i 18 il cui territorio rientra nel Parco Nazionale della Sila. Si tratta di un'area con elementi di omogeneità per quanto riguarda le caratteristiche economiche e socio-demografiche. Un'area le

cui radici storiche con le colonie di Sibari e di Crono hanno reso grande e importante la *Magna Graecia*.

2. L'influenza dell'ecologia e l'istituzione dei Parchi

Il secolo scorso è stato caratterizzato dall'affermazione del pensiero ecologico, che in breve tempo si è trasformato in un movimento che ha permeato la società a tutti i livelli, determinando cambiamenti difficilmente immaginabili fino a poco tempo prima. Le problematiche di natura ambientale sono diventate argomento di politica economica e sociale, oggetto di discussione non solamente fra gli addetti ai lavori ma anche negli incontri politici internazionali. L'affermazione e diffusione in pochi anni dei parchi e delle aree protette sono una chiara conseguenza di tale cambiamento. L'istituzione delle prime aree protette in Italia risale agli inizi degli anni venti del secolo scorso, con la costituzione dei cinque Parchi Nazionali cosiddetti «storici». Soltanto dagli anni settanta in poi, soprattutto ad opera del Ministero dell'Agricoltura e Foreste si ebbe un loro significativo incremento, grazie anche alla spinta culturale delle associazioni ambientaliste.

Inizialmente si era affermata una concezione di tutela del territorio e delle bellezze naturali basata sull'imposizione dall'alto di vincoli e limitazioni all'uso, sfociata spesso in aspri contrasti con le popolazioni locali che vedevano sottratte agli usi e tradizioni locali parti significative del loro territorio. In seguito - con il manifestarsi, in tutta la loro gravità, degli effetti legati a uno sviluppo industriale incontrollato - sono emerse nuove sensibilità e forme di governance più appropriate ai fini di un armonico inserimento delle aree protette nell'ambito degli assetti socio-economici locali che vedevano nel superamento della dicotomia tra parco e

pratiche culturali tradizionali un elemento fondamentale per lo sviluppo sostenibile del territorio. La legge quadro sulle aree protette, la 394/91, fa esplicito riferimento alla conservazione e valorizzazione del patrimonio naturale, favorendo l'integrazione tra *Uomo* e *Natura* anche attraverso la tutela dei valori antropologici, archeologici, storici architettonici e delle attività agro-silvo-pastorali. Si è così passati da una politica di protezione basata su divieti e vincoli a una che pone come proprio elemento fondante la valorizzazione delle aree naturali nella loro integralità e globalità. Sono stati presi in considerazione i valori naturalistici, scientifici ed estetici così come quelli culturali educativi e ricreativi e di ricerca scientifica. Negli ultimi anni la materia forestale è cambiata. Da una scala regionale e nazionale è divenuta sopranazionale e comunitaria, e il contesto politico e legislativo di riferimento non è più costituito soltanto da leggi e decreti nazionali, ma da regolamenti e direttive comunitarie, carte di principi, ecc. A seguito degli accordi internazionali, ai quali l'Italia ha aderito (Conferenze di Rio, Strasburgo, Helsinki, Lisbona, Kyoto, Natura 2000, Direttiva Habitat, Agenda 2000), il modo di interpretare la gestione del territorio è notevolmente cambiato.

3. I rapporti tra parchi e popolazioni locali

Le popolazioni locali sono state chiamate a partecipare alla programmazione e gestione del territorio dove vivono. Diventano esse stesse attori principali del loro futuro.

Nella gestione si fa riferimento a buone pratiche in grado di unire tutela e valorizzazione ambientale, economia locale e sostenibilità per il futuro. In questo contesto assume grande importanza la ricerca scientifica nell'individuare sistemi e metodi di coltivazione che sappiano coniugare gli elementi della tradizione con le nuove esigenze della società, di valorizzare quelli che sono stati definiti i saperi locali – TEK (*Traditional Ecological Knowledge*) secondo Berkes *et al.* (2000) – in quanto espressione del legame che unisce una popolazione al suo territorio. L'istituzione di un parco, sotto molti aspetti, ha contribuito a ridare identità e importanza culturale a territori marginali in quanto portatori di ipotesi di riscatto e scommesse sul futuro fondate sull'identità del territorio stesso, piuttosto che per le questioni di natura ambientale.

Spesso l'affermazione di queste ultime è stata possibile grazie alla voglia di riscatto da parte delle popolazioni rimaste ai margini delle traiettorie dello sviluppo.

Sono tornati a essere centrali. È stato, prima di tutto, un riscatto culturale della gente che ha poi coinvolto e si è manifestato anche nella protezione e valorizzazione del territorio in tutte le sue manifestazioni. I parchi e le aree protette in genere hanno dato un contributo all'implementazione di una via sostenibile allo sviluppo economico, hanno trainato lo sviluppo del settore agro-alimentare, dell'agriturismo e delle iniziative per l'ambiente.

Le aree protette, sotto molti aspetti, hanno funzionato da incubatore di percorsi di sviluppo altrimenti difficili, non solamente nell'ambito del territorio del Parco ma anche

nelle zone adiacenti. Hanno promosso attività basate su un intreccio tra forme di tutela, conservazione e micro-economie locali, spesso incidendo in modo determinante sulla mentalità dei produttori stessi. In molti casi le comunità locali si sono riprese i parchi piegandone, almeno in parte, le finalità alle proprie esigenze soprattutto nel settore del turismo e della filiera agro-alimentare, rimanendone in parte contagiate, con particolare riguardo ad una visione più rispettosa del territorio e dell'ambiente in generale. Questo è stato possibile anche grazie al grande investimento che i Parchi hanno fatto sulla ricerca scientifica. In molti casi, sono stati i principali finanziatori di studi e ricerche che hanno permesso di riscoprire usi e tradizioni locali, di adattarli alle esigenze della società attuale senza far perdere loro la propria identità e peculiarità, e coniugandole con le esigenze della società attuale. Sono riusciti ad agganciare i territori al sistema della produzione e diffusione della conoscenza, anche attraverso l'editoria e l'educazione rivolta soprattutto alle giovani generazioni. Hanno creato i presupposti per svolgere un ruolo strategico nella promozione di opportunità di sviluppo locale, che va ben oltre quelli che sono gli obiettivi della legge sulle aree protette e i ristretti limiti del Parco. Sono chiamati a essere promotori e attori essi stessi di sviluppo di pratiche ed economie sostenibili. Devono essere capaci di valorizzare i saperi e le competenze di un territorio in rapporto alle dinamiche della globalizzazione dei mercati e, al contempo, recepire e tradurre localmente la cultura della sostenibilità ambientale di dimensione globale.

4. Il degrado della foresta mediterranea

Il Parco Nazionale della Sila è al centro della regione mediterranea. La Sila è ricca di boschi. Un'area forestale di assoluta bellezza. E ciò malgrado i notevoli danni subiti nel corso dell'ultimo conflitto mondiale hanno reso necessario agire nel lungo periodo con una attenta e puntuale gestione del territorio. D'altra parte nei confronti degli alberi e del bosco la cultura mediterranea è stata dominata da un sentimento di odio amore. Ed è pur vero che l'odio, anche e soprattutto per ragioni di sopravvivenza, per lungo tempo ha prevalso nettamente.

Contro gli alberi e il bosco i popoli mediterranei hanno sostenuto lunghe e dure battaglie e conseguito effimere vittorie, qualora si considerino gli effetti disastrosi che a lungo termine hanno dovuto subire e sopportare.

Le modificazioni apportate alla foresta - trasformazioni di coltura, pascolo, incendi, sfruttamento irrazionale - hanno provocato lacerazioni di larga portata.

I fattori di disturbo, che hanno alterato i processi naturali che regolano la funzionalità e l'evoluzione degli ecosistemi forestali, sono molteplici. Alla foresta bisognerebbe accostarsi in modo diverso: studiare i fenomeni naturali; osservare l'evoluzione degli ecosistemi; acquisire gli elementi necessari ad aiutare la natura nei suoi processi; imparare a non creare *stress* deleteri al *sistema biologico complesso bosco*. I boschi mediterranei, frutto della lunga interazione dell'uomo con l'ambiente, sono ricchi di una diversità che oggi ha

valore non solo estetico, ma anche culturale e antropologico.

La *selvicoltura sistemica* riconosce all'uomo, nella sua dimensione culturale, il ruolo di membro consapevole della comunità biologica. Solo una gestione basata sul monitoraggio continuo e sulla *selvicoltura sistemica* può rispondere in modo coerente all'esigenza di tutelare la diversità biologica che comprende, come espressione della cultura, anche la diversità prodotta dall'attività umana.

È necessario elaborare una politica forestale che preveda la gestione dei boschi naturali e paraturali secondo i criteri guida della *selvicoltura sistemica*. Coloro che operano nella regione mediterranea 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.

La foresta mediterranea si salva se sta al centro e non alla periferia dell'interesse della società. Bisogna trovare gli stimoli appropriati per affrontare la «questione forestale» in tutta la sua complessità. Non si tratta quindi di rimuovere il passato, ma di rivolgere lo sguardo al futuro. La foresta, quella attuale, quella coltivata, è un'espressione della cultura e in quanto tale ha un suo posto naturale nell'esperienza umana. Il Parco Nazionale della Sila sin dalla sua costituzione a questi principi si è sempre attenuto. E, nella fattispecie, le favorevoli condizioni ambientali e il notevole impegno dell'uomo hanno in gran parte sanato i vistosi danni che nel tempo erano stati provocati.

5. Le funzioni del bosco, la gestione del territorio e il rapporto Bosco-Uomo

Al bosco, nel corso del XX secolo, oltre a quella produttiva sono state riconosciute altre funzioni.

In un ambiente come quello mediterraneo, a morfologia accidentata, con diffusa instabilità dei suoli e dei versanti e a regime pluviometrico caratterizzato dal frequente verificarsi di eventi di forte o fortissima intensità, la gestione del territorio e in particolare la funzione di difesa e conservazione del suolo è divenuta prioritaria.

Negli anni sessanta si è presa coscienza che la foresta può fornire non solo le funzioni di difesa idrogeologica e di produzione legnosa, ma anche quelle legate alla possibilità di distensione, di ricreazione, e di valorizzazione paesaggistica. In questi ultimi anni, poi, si è instaurato un diverso rapporto fra l'Uomo e il Bosco. Le nuove conoscenze in campo scientifico - segnatamente nel campo dell'ecologia applicata - e la consapevolezza dei limiti di uno sviluppo avulso dalla necessità di tutelare e rispettare l'ambiente hanno determinato un mutamento profondo nel comune sentire verso la foresta. Nella ricerca si è passati dallo studio degli individui in quanto tali allo studio dei rapporti che si instaurano tra questi, cercando di interpretare la vera essenza della libera, casuale formazione di organizzazioni di vario livello e il loro autonomo interagire con l'ambiente. La fisionomia attuale della foresta mediterranea è la risultante della rete di interrelazioni intessuta dall'Uomo

con l'Ambiente. La struttura dei boschi deriva dai metodi colturali e di gestione che si sono sviluppati nell'ottica di ottenere il massimo di produzione legnosa e di altre funzioni.

Nel nostro Paese la coltivazione del bosco tuttora si compendia nella concezione largamente dominante della cosiddetta *selvicoltura classica*. In antitesi a quella che con sempre maggior forza si va proponendo e generalizzando: la *selvicoltura sistemica*.

L'attuale prassi forestale è basata su un paradigma lineare (Ciancio, 1992). Ai tagli colturali seguono quelli di rinnovazione, che spesso determinano l'interruzione traumatica della copertura arborea. E, talvolta, la brusca scomparsa di lembi di foresta. Per di più questi interventi rappresentano un simbolo di sfruttamento e sono la causa di fenomeni di rigetto da parte della società. È venuto il momento di pensare al bosco non come a un insieme di alberi, ma come a un sistema caratterizzato da una struttura ad alto contenuto di informazione, capace di adattarsi al variare delle condizioni esterne e di evolversi in forme sempre diverse. Gli algoritmi colturali configurano l'*eco-galateo* dell'intervento. In pratica, si favorisce il mantenimento o il ripristino delle forme naturali, operando con criteri biocolturali (Ciancio, 1987).

6. Una nuova strategia forestale

È necessario proporre una nuova strategia forestale in grado di coniugare l'aumento della complessità del bosco con la possibilità di non deprimere la produzione. Una tale strategia si fonda sull'utilizzo al meglio delle più recenti conoscenze scientifiche; indica i criteri per la conservazione della biodiversità; implica l'accettazione dei vincoli ambientali e culturali; offre una prospettiva più ampia a livello ecosistemico e paesaggistico; comporta l'applicazione della *selvicoltura sistemica* nella gestione forestale.

In buona sostanza, questa strategia prevede il mantenimento dei caratteri naturali dei boschi nel paesaggio; il rispetto dei cicli naturali di rinnovazione; la rinaturalizzazione dei boschi che, a causa di una gestione intensiva, hanno perduto le proprie caratteristiche; il monitoraggio dei mutamenti relativi alla biodiversità e al recupero ambientale. Per di più determina la scelta di preservare i biotopi, di conservare gli ecotipi e di aumentare la complessità del sistema bosco. Implica l'applicazione di forme di gestione in grado di mantenere o accrescere l'eterogeneità della flora e della fauna, di tutelare le specie in via di estinzione e di consentire, al tempo stesso, un uso produttivo, in senso globale, del bosco. D'altra parte, la non gestione comporta l'abbandono del bosco, che in tal caso è sottoposto a un diffuso degrado per l'attacco di interessi speculativi. Di più, l'allontanamento dell'uomo dal bosco implica la lenta ma inesorabile scomparsa dei «saperi locali», che sono di gran lunga i più vicini alla vita del bosco e i più rappresentativi della sua integrità e diversità (Shiva, 1993). Occorre attribuire un elevato valore al controllo democratico locale sulle decisioni che riguardano le comunità. Il dibattito sui temi dell'ambiente, dell'ecologia e della gestione del territorio è contrassegnato da un atteggiamento a dir poco schizofrenico. Si va da un

catastrofismo estremo a un pregiudiziale rigetto di nuove conoscenze, soprattutto quando esse mettono in discussione convinzioni e comportamenti consolidati. Questa condizione si supera adottando una strategia nuova per contenuti tecnici, scientifici, estetici ed etici.

7. La gestione sostenibile e la conservazione della biodiversità

Le preoccupazioni per la conservazione delle risorse naturali, come prima osservato, sono entrate a far parte dell'agenda internazionale. Le risoluzioni sui cambiamenti climatici, la conservazione della biodiversità, la gestione sostenibile delle foreste e la desertificazione costituiscono un punto di riferimento ineludibile. La gestione forestale si è evoluta nel tempo, passando da una concezione di tipo prevalentemente produttivistico, che valutava i sistemi e le tecniche colturali e i metodi di pianificazione in base alla misura della produzione legnosa, a quella attuale, in cui al sostantivo gestione si associa l'aggettivo sostenibile, che tiene conto non solo del prodotto legno ma anche delle variabili ecologiche e sociali. Oggi alla nozione di gestione sostenibile si associa quella di biodiversità, spostando così l'attenzione da un problema quantitativo a uno qualitativo.

I principi di sostenibilità e di diversità non sono indipendenti ma interrelati. Il concetto di biodiversità proietta il problema molto di là dalla protezione di singole specie o di biotopi, interessa gli ecosistemi e il loro funzionamento e include i processi coevolutivi tra le parti che li costituiscono. Ecosistemi diversi danno luogo a forme di vita, culture e *habitat* diversi, la cui coevoluzione determina la conservazione della biodiversità.

La gestione sostenibile deve rispondere ai bisogni della società, perseguendo l'obiettivo dell'efficienza del sistema biologico bosco. È necessario, dunque, un cambiamento su più fronti: culturale ed etico, scientifico e tecnologico, politico e normativo, oltre che economico e sociale.

8. La politica forestale e la conservazione dell'ambiente

La crisi ambientale a livello planetario prospetta un cambiamento globale. Nell'interesse generale, e del nostro Paese in particolare, è necessario fare ogni sforzo per contrastarla. Occorre riconciliare tecnica e natura.

Il bosco e la selvicoltura possono svolgere un ruolo cruciale per aiutare a risolvere i problemi connessi all'inquinamento e contribuire al miglioramento della qualità della vita. Il bosco ha un impatto economico, sociale e ambientale positivo. È un potente indicatore biologico nei riguardi del rischio ambientale e, poiché accumula carbonio, esplica un'azione ritardante sull'effetto serra.

D'altra parte, la selvicoltura svolge un ruolo determinante non solo per la difesa e la conservazione del bosco, ma anche per il mantenimento o il ripristino della biodiversità: bene di inestimabile valore da preservare o da promuovere al fine di tutelare gli equilibri esistenti o di correggere errori del passato. La politica forestale si inserisce nel più vasto campo della politica ambientale e persegue i seguenti obiettivi:

- promuovere la *selvicoltura sistemica*: una selvicoltura sempre meno intensiva e sempre più flessibile e raffinata,

basata su interventi cauti, continui e capillari - le tre C della selvicoltura sistemica - in favore e nell'interesse del bosco;

- realizzare un ampliamento della superficie forestale mediante piantagioni per arboricoltura da legno;

- concretare misure di prevenzione e di difesa da danni biotici e abiotici al bosco e in particolare quelli connessi agli incendi boschivi;

- favorire una economia forestale che tenga conto dell'elevato valore sociale del bosco e della selvicoltura e delle differenze esistenti tra il settore pubblico e quello privato, configurando una nuova dimensione: la «cultura del bosco».

9. Conclusioni

Il Parco Nazionale della Sila ha nuove sfide da affrontare che vanno oltre i propri confini e coinvolgono anche i territori circostanti. Nel passato è stato un grande incubatore per le attività che venivano svolte al suo interno. Ora deve diventare un incubatore di idee e di programmi per tutto il territorio di cui fa parte. È una sfida certamente difficile, ma non impossibile.

Attualmente, come nel passato, le comunità locali si sono riappropriate del Parco. Oggi il Parco, come prima sostenuto, deve aspirare a farsi modello di gestione e di sviluppo del territorio anche oltre i propri confini, partendo dalla sua missione di promotore della protezione della biodiversità. Si tratta di una evoluzione che era stata avanzata nel 2003 al Congresso mondiale dei parchi di Durban il cui slogan sintetizzava bene questa aspirazione: *Benefici oltre i confini*. Recentemente anche l'Unesco nell'ambito del Programma MAB ha riconosciuto questa necessità nel momento in cui ha stabilito che le riserve non possono più essere circoscritte ad ambiti territoriali limitati come tradizionalmente è avvenuto fino a pochi mesi fa, ma devono aprirsi al territorio circostante in un processo di osmosi continua fra le diverse realtà.

I risultati conseguiti, a loro volta, dovranno essere di stimolo per nuove sperimentazioni che portino a nuovi miglioramenti. In tal modo sarà possibile attivare un circolo virtuoso capace di produrre benessere per tutta la Società. L'Unesco pone l'accento forte sulla necessità di coinvolgimento degli *stakeholders* e delle collettività locali in tutte le loro componenti, con l'obiettivo di creare un partenariato pubblico-privato forte e attivo che sia in grado di stimolare e sostenere le attività nelle diverse forme.

Con il riconoscimento del territorio prima indicato come riserva MAB, così come con le candidature a "*Patrimonio Mondiale dell'Umanità*" ed a "*Geoparco*", è iniziata una nuova fase di sviluppo per il Parco Nazionale della Sila che - grazie alle esperienze maturate nel breve tempo trascorso dalla sua istituzione - si candida a diventare il motore dello sviluppo sostenibile dell'area e laboratorio di ricerca e sperimentazione sulle tematiche di natura non solo ambientale, ma anche sociale ed economica.

La Riserva della Biosfera può diventare la base per lanciare un marchio territoriale, capace di migliorare, *in primis*, l'immagine della Regione Calabria, dove c'è "*Un'esplosione vegetazionale unica nel contesto della nazione e del bacino del Mediterraneo*".

SUMMARY

The role of protected areas in land management

The end of the last century has seen the growth of ecological thinking, which soon pervaded all parts of society by imposing a real cultural, social and economic revolution. The spread of protected areas and a growing interest in everything that still retains elements of naturalness are a clear demonstration. In recent years, another important change is occurring: parks and protected areas play a key role and leadership in the planning and programming of sustainable development throughout the territory, even the surroundings. In this perspective, the Sila National Park, which has been recognized as the 10th Biosphere Reserve Network in the Italian World Heritage sites of excellence, has expanded its borders to around 355000 hectares of land, extended on 66 municipalities, including the 18 historical and original municipalities of the Park. This is an

area that shows elements of homogeneity in terms of economic and socio-demographic characteristics.

BIBLIOGRAFIA

- Berkes F., Colding J., Folke C., 2000 – *Rediscovery of Traditional Ecological Knowledge as Adaptive Management*. Ecological Applications, 10 (5): 1251-1262.
[http://dx.doi.org/10.1890/10510761\(2000\)010\[1251:ROTEKA\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1890/10510761(2000)010[1251:ROTEKA]2.0.CO;2)
- Ciancio O., 1987 – *La ricerca forestale in Calabria*. In: Atti della prima Conferenza Regionale “Conser-vazione del suolo e forestazione in Calabria”. Bovalino, 12-13 marzo 1987. Laruffa, Reggio Calabria.
- Ciancio O., 1992 – *La questione forestale italiana: l'orizzonte possibile*. L'Italia Forestale e Montana, 47 (6): 321-339.
- Shiva V., 1993 – *Monocultures of the Mind. Perspectives on Biodiversity and Biotechnology*. Zed Books, Ltd., London.

CLIMATE VARIABILITY IN SUSTAINABLE FOREST MANAGEMENT

Fabrizio D'Aprile¹, Nigel Tapper^{1,2}, Marco Marchetti²

¹Monash University, School of Earth, Atmosphere & Environment, Clayton Campus, Wellington Rd, Melbourne, Australia; fabrizio.daprile@monash.edu

²Laboratory of Natural Resource and Environmental Planning, Dept. of Bioscience and Territory, Pesche (IS)

Changing climate conditions are known to influence forest tree growth response and the CO₂ cycle. Dendroclimatological research has shown that the climate signal, species composition, and growth trends have changed in different types of forest ecosystems during the last century. Tree growth also shows variability and trends that can be non-stationary during time under current and demonstrated changes in climate variability at the geographic, regional, and local levels, even at relatively short distance between sites. Yield tables, site quality indices, age class, rate of growth, and spatial distribution are some of the most frequently used tools and parameters in forest planning and management. However, these methods do not involve climate variability during time although climate is the main driver in trends of forest and tree growth. Previous research warns that forest management under changing climatic conditions could amplify its negative effects. For example, changing climate conditions may impact on temperature and/or precipitation thresholds critical for forest tree growth. Forest biomass, resilience, and CO₂ storage may be altered and damaged unless forest planning and management implement the relationships between climate variability and trends of tree growth. A positive aspect is that periods of favourable climate conditions may allow harvesting higher amounts of wood mass and storage of more CO₂ than traditional planning methods and, the average length of both favourable and adverse periods may lie within the valid period of a forest management plan. Here, we show a conceptual development to implement climate variability in forest management in the view of further research experimentation.

Keywords: climate change, forestry, sustainability, time, management.

Parole chiave: cambiamenti climatici, foreste, sostenibilità, tempo, gestione.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-fd-cli>

1. Introduction

Changes of climate conditions influence energy fluxes, cycles of nutrients and materials, primary productivity, biodiversity, ecological functions and carbon equilibria of forest ecosystems; time factors influence physical, biological, ecological, and climatic processes and functions. For example, seasonality, cycles, periodicity, and trends in climate variables; tree growth, forest growth, and forest metabolic activities (i.e., photosynthesis and respiration) are commonly known to be time-related.

A real risk for sustainable forest management (SFM) under changing climatic conditions is that negative effects may be amplified. In fact, variability in trends of climate variables can highly influence forest growth by either increasing or reducing it in different periods. Changing climate conditions may also impact on temperature and/or precipitation thresholds critical for forest tree growth and stress; alterations or damage to growth response, resilience, and CO₂ balance, which are not completely known, may occur. However, the distribution, rate of growth, and volume of wood in traditional forest planning and management is frequently based on yield tables or similar

tools, age classes, site quality indices, and spatial distribution criteria. These methods do not implement the effects of changing climate conditions on forest growth variability and trends over time. Thus, this approach cannot identify and estimate when, how, and where the forest and its parcels go through periods of increasing and decreasing growth that is driven mainly by climate variability. Moreover, temporal changes in silvicultural and harvesting operations may lead to an increase of carbon emissions.

Normally, forest management emphasizes growth rates and biomass productivity as expressions of species and site. Until recently, the influence of climate variability on growth dynamics has not been included in forest planning and management. Here, we show a conceptual development aiming to highlight a relevant physical factor in forest planning and management; that is time. Although time is a typical tool of forest planning, it has traditionally been used just as a technical parameter to assess forest yield and/or age classes, and to schedule forest operations. Today, its relevance as a physical factor that regulates forest growth, dynamics, and functionality in relation to the effects of climate variables needs to be implemented in SFM for the development of mitigation and

adaption strategies under the effects of changing climate conditions, including CO₂ storage. Under this scenario and the consequent risks, SFM and operations could be planned and/or scheduled in periods when climate variables that influence tree growth responses are within thresholds related to positive growth response. By using this approach, silvicultural operations and harvesting are likely to use mainly climate variability to assess forest growth responses.

2. Time as a key factor in climate change and tree growth

Biodiversity and climate are components of the complex regulatory mechanism that balances the energy exchange between Earth and Space. Biodiversity can also be seen as the result of complex interactions between the molecular (i.e., DNA) level and the atmospheric level during natural evolution; in other words, the evolution and adjustment of the energetic balance between Earth and Space. In recent decades, the concentration of CO₂ in the atmosphere has reached high levels in a relatively short time. Among its effects on climate and vegetation, there has been global warming and modification of the CO₂ cycle.

Today, research shows that using and managing forests needs to implement climate-plant-CO₂ relationships for the mitigation of impacts of climate change and the development of adaption strategies in forest management, including CO₂ storage.

2.1 The Context

Changing climate conditions normally interact with forest growth at the local level within regional scenarios. The influence of variability and intensity of climate alterations at the forest level may be even stronger than regional trends would predict (D'Aprile *et al.*, 2009). At the local level, similarity in trends of climate variables can differ markedly and irregularly over time. Changing climate conditions can also modify both the extent of the growing season and the months that influence the occurrence of tree growth response. Therefore, the complexity of interactions between climate variability and forest growth and dynamics requires an effort to make it applicable to the reality of SFM. Dynamics, growth, and modifications of forest structures can be partially identified and modeled through time in forest planning and management.

2.2 Time in forest monitoring and planning

In forest ecology, it may be noted that:

- Cause-effect relationships mainly concern the analysis of fluxes of energy and matter(s); these relationships take place through biodiversity and ecological groups of species;
- In forest ecosystems many variables interact through the complexity of their dynamics and properties. Therefore, indicators and models are needed to interpret the complexity of cause-effect relationships and how they work;
- In this scenario, changing climate conditions add complexity to the management of forests and land and their effects are not yet completely understood;

- Understanding the cause-effect relationships intrinsically involves the variable *time*. In fact, time is a powerful and necessary driver of physical, biological, ecological, and climatic processes and functions.

2.3 Trends in climate variability and forest growth at the site level

2.3.1 Non-stationary similarity in climate variability

Our research (D'Aprile *et al.*, 2010) has shown that in the Apennine Alps (Middle Italy) during the 20th century, the trends in monthly mean temperature are non-stationary, their similarity varies highly and irregularly among sites and can even be opposite in sign in some periods; similarity in trends among sites also varies with season. This phenomenon can occur even between sites at short distance. Similar results have been found with respect to monthly rainfall (D'Aprile *et al.*, 2011).

2.3.2 Non-stationary trends in tree growth

We also investigated the similarity in tree-ring growth (*Abies alba* Mill.) at the forest sites of the meteorological stations at Abetone (Pistoia), Camaldoli (Arezzo), La Verna (Arezzo), and Vallombrosa (Florence) (Table 1). Results have shown high and irregular non-stationary similarity in tree ring chronologies among sites and, to a lower extent, along elevation gradients within forest sites (Fig. 1).

2.3.3 Climate/tree growth relationships during the 20th century

The evidence of high and irregular non-stationary similarity in trends of both climate variables and tree-ring chronologies in the same sites would suggest verifying any association between climate variability and tree growth trends. Thus, we investigated the climate/tree-ring correlations to determine if there have been temporal fluctuations in the strength of the associations.

Running-means correlation analysis showed that the tree-ring/climate relationships vary markedly during the 20th century. In particular, we found that correlations vary highly in strength and also in sign (Fig. 2), and months that influence tree growth change through decades (Fig. 3) (D'Aprile *et al.*, 2012).

In other words, the association between climate variables and tree growth varies among sites and throughout months during the 20th century in the Tuscan Apennine Alps (Middle Italy)

3. Questions for Research Development

The scenario and results shown raise these questions:

- 1) Do traditional or rigidly scheduled forest management operations damage or alter the resilience of forest ecosystems and their ability to store CO₂ under changing climate conditions?
- 2) Can time be used to adapt flexible forest management operations to the variability over time of climate factors proved to influence forest/tree growth?
- 3) Can timing in forest management be used to maintain both sustainable forest productivity and high rate of CO₂ storage?

3.1 Forest utilization under changing climate conditions

The impacts of climate change on forest management and silvicultural treatments can be summarized by four main situations. Harvesting may occur in periods when (Fig. 4):

- The rate of growth faces troughs. The minimum biomass necessary to preserve the resilience of the forest is damaged. Damage can be temporary (decades) or permanent; CO₂ storage capacity is deficient or reduced - which may also be read as an indirect emission of CO₂ as the balance is negative (red line);
- The rate of growth decreases. Future productivity is damaged; the minimum biomass capital may be altered, and CO₂ storage is negatively affected (magenta line);
- The rate of growth increases. The planned wood mass can be used without compromising the resilience and recovery of the forest; CO₂ storage is increasing (orange line);
- The rate of growth is in peak periods. The wood mass harvested can be even higher than planned, and the rate of CO₂ storage can be above the average (green line).

Under changing climate conditions, a real risk is that interventions (thinning, cutting, harvesting) occur in a period unfavourable or adverse to forest species growth, which is not detected or shown by traditional forest planning and management. In this case, the mass of wood to harvest predicted by the forest management plan may be higher than the real productivity of the forest; the productive or stable biomass of the forest is reduced. A side effect is that CO₂ storage diminishes as the rate of growth decreases. Under these circumstances, the process would lead to indirect emission of CO₂ by consuming more wood mass than is produced (negative balance) and lowering the potential CO₂ storage - as the forest biomass is smaller and the growth rate decreases. Vice versa, the extraction of wood during a period of favorable climate conditions

that produce positive trends in forest growth may allow harvesting higher wood mass than planned by using yield tables or growth indices; the productive capacity or stable biomass of the forest is intact. Moreover, CO₂ storage may be higher as the rate of growth increases and the wood mass after harvesting is higher.

4. Conclusions

The objective of the method is to identify the periods in climate variables - which seem to be 6-7 years long in the Tuscan Apennine Alps (Middle Italy) - when forest species growth is positive (or negative) - and plan management and interventions by following the variability in growth trends caused by climate variability during time (Fig. 5).

This can be achieved by identifying the upper and lower thresholds of climate variables (i.e., temperature and/or rainfall) for forest species growth. Once the range of temperature and/or rainfall within which tree growth responds is identified, it is relatively easy to identify the periods when growth increases or decreases in correspondence with historical series of climate variables.

It can be noted that the response of growth to thresholds of temperature and rainfall is genetically determined and therefore remains consistent through centuries (and longer). So, thresholds can be investigated and identified once for many decades in the future.

Frequently, forest planning and management are disposed for interventions over periods of 5-10 years. As growth trends cover periods of a few years (5-15), short-term climate variable analysis compared with climate thresholds can show the growth trend over the period. This makes it possible to identify periods for operations and interventions within the range of temperature and/or rainfall thresholds that produce positive growth trends.

Table 1. Elevation (m. asl), available period (year) of data available, and distance (km) between the four meteorological stations. The sites are listed by decreasing elevation. Abetone is ABE, Camaldoli is CAM, La Verna is LAV, and Vallombrosa is VAL.

	<i>Elevation</i>	<i>Period</i>	<i>Distance</i>		
			<i>LAV</i>	<i>CAM</i>	<i>VAL</i>
ABE	1340	1931-2000	112.3	100.1	84.6
LAV	1120	1924-2006	-	13.2	30.4
CAM	1111	1885-1996	-	-	22.3
VAL	955	1872-2006	-	-	-

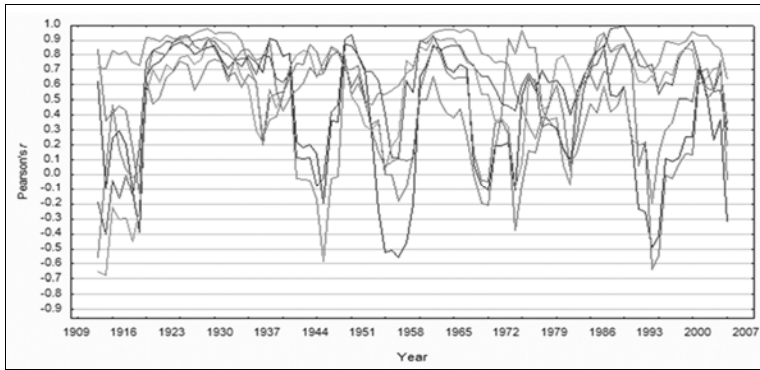


Figure 1. Non-stationary correlation of 7-year moving averages between residual tree-ring chronologies among the upper study stands of silver fir in the Apennine Alps during the period 1909-2007. Paired sites are Abetone-Camaldoli, Abetone - LaVerna, Abetone-Vallombrosa, Camaldoli-La Verna, Camaldoli-Vallombrosa, and La Verna-Vallombrosa. (Source: D'Aprile *et al.*, 2012).

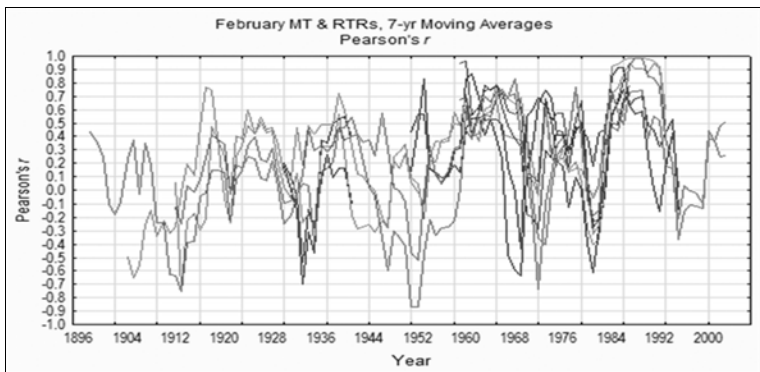
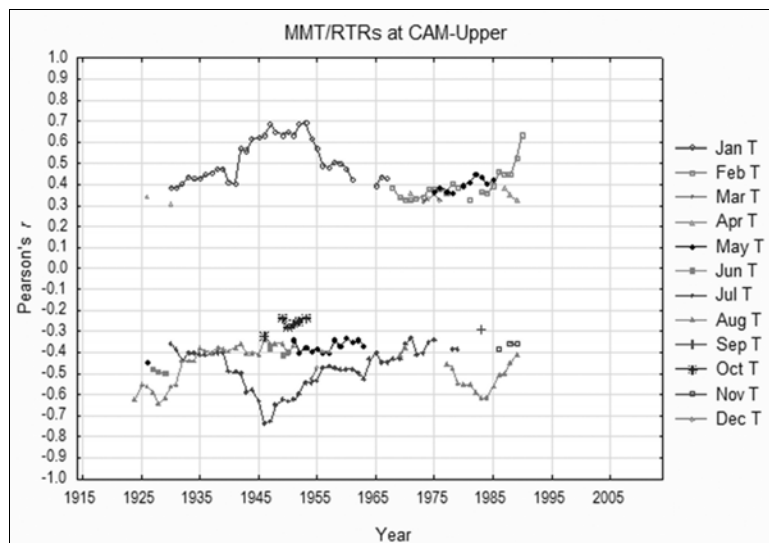


Figure 2. Non-stationary association of monthly mean temperature (MMT) with residual tree-ring chronologies (RTRs) in February of the growth year. The correlation of MMT with RTRs varies highly with month and site during the 20th century. The upper and lower study stands at Abetone (Pistoia), Camaldoli (Arezzo), La Verna (Arezzo), and Vallombrosa (Florence) are shown in the graph. (Source: D'Aprile *et al.*, 2012).

Figure 3. Statistically significant levels of correlation between monthly mean temperature (MMT) and residual tree-ring chronologies (RTRs) at the study stands at Camaldoli upper site (CAM-Upper) in the Tuscan Apennine Alps. MMT associations with RTRs change during the 20th century and their level of correlation is highly non-stationary. (Source: D'Aprile *et al.* 2012).



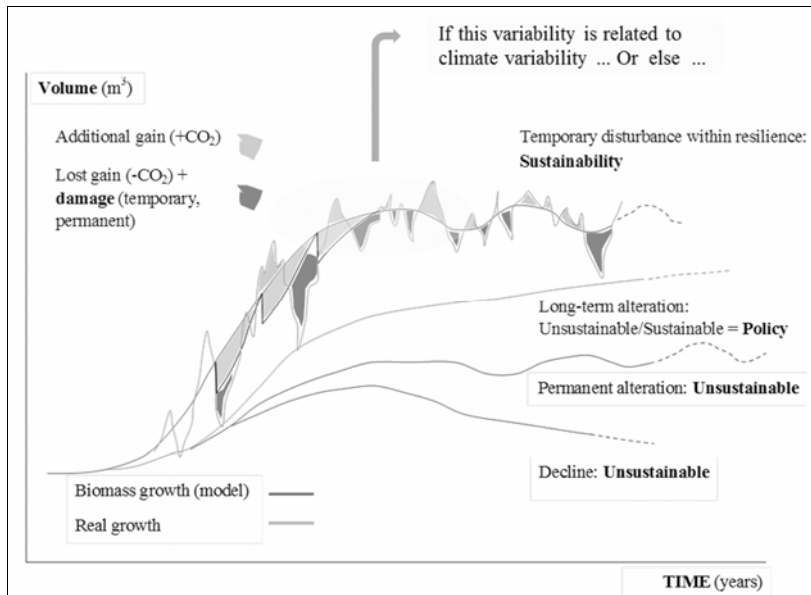
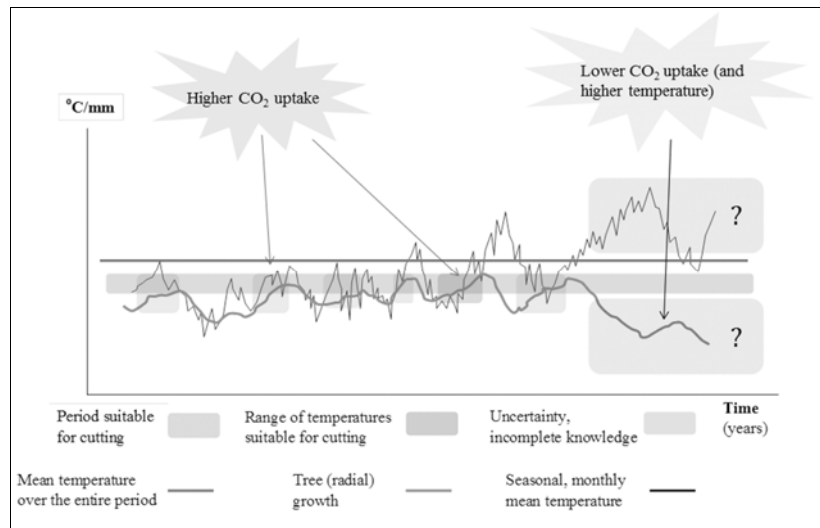


Figure 4. Timing and possible effects of silvicultural interventions and harvesting without implementing climate variability and trends.

Figure 5. Periods of growth increase crossed with a suitable range of temperature and/or rainfall thresholds for tree growth can identify time and length in forest planning, management, and interventions.



RIASSUNTO

Variabilità climatica nella gestione forestale sostenibile

È noto che il cambiamento delle condizioni climatiche influenza la risposta di accrescimento delle piante ed il ciclo della CO₂. La dendroclimatologia ha mostrato che segnale climatico, composizione specifica ed andamento dell'accrescimento si sono modificati in diverse tipologie di ecosistemi forestali durante l'ultimo secolo. Sotto gli attuali e dimostrati cambiamenti della variabilità del clima a livello geografico, regionale e locale, l'accrescimento degli alberi mostra variabilità ed andamenti che possono essere incostanti nel tempo anche a distanze fra siti relativamente brevi.

Nella pianificazione e gestione forestale, tavole dendrometriche, alsometriche, indici di fertilità o qualità stazionale, classi di età, e distribuzione spaziale sono alcuni tra i parametri e strumenti più usati. Tuttavia, questi metodi non considerano la variabilità climatica

nel tempo sebbene il clima sia il fattore principale nell'andamento della crescita dell'albero e della foresta. Ricerche precedenti hanno avvertito riguardo al rischio che la gestione forestale sotto i cambiamenti climatici possa amplificarne gli effetti negativi. Per esempio, i cambiamenti del clima possono avere impatti su soglie di temperatura e/o precipitazione critiche per l'accrescimento; biomassa forestale, resilienza ed immagazzinamento della CO₂ possono venire danneggiati a meno che la pianificazione e la gestione forestale comprendano le relazioni fra variabilità del clima e gli andamenti di accrescimento delle piante forestali. Un aspetto positivo però è che periodi con condizioni climatiche favorevoli possono permettere prelievi maggiori ed un più alto stoccaggio di CO₂ rispetto ai metodi di pianificazione usuali. Inoltre, la durata media dei periodi favorevoli ed avversi sembra giacere entro il periodo di validità di un piano di gestione forestale odierno. Qui mostriamo uno sviluppo concettuale per l'uso della variabilità del clima nella gestione forestale nell'ottica della continuazione della ricerca.

BIBLIOGRAPHY

- D'Aprile F., Tapper N., Baker, P. Bartolozzi L., Bottacci A., 2012 – *Changes in the relationships between climate and silver fir (Abies alba Mill.) growth during the 20th century in the Tuscan Apennine Alps (Middle Italy)*. Geophysical Research Abstracts. Vol. 14, EGU 2012-425-1. EGU General Assembly, Vienna.
- D'Aprile F., Tapper N., Bartolozzi L., Bottacci A., 2011 – *Non-stationary similarity in trends of monthly rainfall in the Tuscan Apennine Alps*. Geophysical Research Abstracts. Vol. 13, EGU2011-1170-1, EGU General Assembly, Vienna.
- D'Aprile F., Tapper N., Baker P., Bartolozzi L., 2010 – *Variability in trends of monthly mean temperature amongst sites in the Tuscan Apennine Alps*. Geophysical Research Abstracts. Vol. 12, EGU2010-5681-3, EGU General Assembly, Vienna.
- D'Aprile F., Tapper N., Baker P., Bartolozzi L., 2009 – *Climate influence and radial growth of silver fir (Abies alba Mill.) in Tuscany: first results*. Geophysical Research Abstracts, Vol. 11, EGU2009-3826-1, EGU General Assembly, Vienna.

TRACCE DI MEMORIA: LA PIANIFICAZIONE E LA TUTELA TERRITORIALE ITALIANA NELLA DOCUMENTAZIONE STORICA DEL CORPO FORESTALE DELLO STATO

Simona Greco¹

¹Corpo forestale dello Stato, Roma; s.greco@corpoforestale.it

Il ricorrente manifestarsi di situazioni di dissesto che caratterizzano il territorio italiano, impongono una seria riflessione sulla necessità di sviluppare politiche di tutela che siano fondate su una cultura della prevenzione piuttosto che su quella della riparazione dei danni.

La cultura affonda le sue radici nella conoscenza e in particolare nella storia che ha plasmato la fisionomia del paesaggio e dell'ambiente italiano.

Un contributo importante per ampliare la conoscenza temporale sul territorio italiano è fornito dal Corpo forestale dello Stato.

L'Amministrazione forestale, sin dalle sue origini, ha sempre avuto un legame diretto e costante con il territorio che emerge dalla documentazione storica prodotta, nel corso di 150 anni (1822 - 1972), durante lo svolgimento della propria attività istituzionale. La qualità e quantità di dati e informazioni deducibili da questa documentazione sono fonti di rilevante interesse per lo studio delle diverse aree geografiche nazionali. Garantendone l'accesso al mondo della ricerca e agli amministratori locali si favorirebbe la creazione di una continuità tra passato e presente, indispensabile per i futuri interventi di pianificazione, gestione e tutela territoriale del nostro Paese.

Parole chiave: archivi, tutela e gestione del territorio, vincolo e dissesto idrogeologico, rimboschimenti, sistemazioni idrauliche forestali.

Keywords: archives, protection and land management, hydrogeological constraint and instability, reforestation, forest hydraulics systems.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-sg-tra>

1. Premessa

Gli eventi calamitosi che costantemente si sono verificati e continuano a manifestarsi nel nostro Paese, mostrano il problema della fragilità del territorio e dell'esposizione al rischio di frane e alluvioni di molte aree della Penisola. Questi fenomeni impongono una severa riflessione sulle loro cause e drammatiche conseguenze ed esortano a rivolgere lo sguardo al passato per interpretare il presente e progettare il futuro.

È evidente l'assoluta necessità di maggiori investimenti in termini di prevenzione, attraverso cui affermare una nuova cultura dell'impiego del suolo che metta al primo posto la sicurezza della collettività e ponga fine da un lato a usi speculativi e abusivi del territorio e dall'altro al suo completo abbandono. Per promuovere e accrescere questa cultura è necessario che la ricerca storica esplori anche l'ambito politico, economico e sociale.

Il presente contributo non mostra risultati di una ricerca ma propone una riflessione sull'importanza e la necessità di rendere disponibili dati e informazioni sul territorio italiano per soggetti che a vario titolo potrebbero ampliare l'orizzonte temporale della loro conoscenza. I dati e le informazioni, di cui si tratta, sono rintracciabili nella documentazione storica del Corpo forestale dello Stato, prodotta in un arco di tempo che ha come date estreme il 1822 anno di fondazione del-

l'Amministrazione forestale e il 1972 anno delle prime deleghe amministrative alle Regioni. Tale documentazione testimonia l'attività svolta in 150 anni dall'Amministrazione forestale e restituisce dati e informazioni dettagliati che consentono di studiare le scelte di gestione, di pianificazione e di tutela attuate e di comprendere come queste attività abbiano profondamente inciso sul cambiamento dell'ambiente, del territorio e del paesaggio, inteso come spazio sia naturale sia culturale.

2. Analisi documentale

Di seguito una breve disamina della documentazione, orientata all'analisi dei soggetti produttori, dei contenuti e della tipologia, evidenzia la sua importanza e la sua utilità come fonte storica per studi sul territorio italiano.

2.1. I soggetti produttori

La produzione documentale è stata interamente realizzata da tecnici forestali che, dalla seconda metà dell'Ottocento, hanno frequentato scuole e istituti forestali italiani ed europei¹ per essere formati alla cono-

¹Nancy in Francia, Tharandt in Sassonia, Münden in Assia.

scienza scientifica e alla gestione dei boschi. La loro istruzione era fondata sui principi della *moderna scuola forestale italiana* sviluppatasi nell'ambito dell'Istituto forestale di Vallombrosa² (FI), sostenuta e divulgata da Adolfo Di Bérenger³.

Di Bérenger, promosse lo sviluppo di una scienza forestale italiana e a tal scopo riteneva necessario «fondare in questo luogo (n.d.r. *Vallombrosa*) una scuola forestale permanente, [...], che, emancipi dalla necessità di governare i nostri boschi, secondo le teorie degli stranieri, saremo in grado di educarli nel modo quale lo esige l'indole particolare della vegetazione delle essenze, del suolo, del clima, e degli interessi d'Italia [...]»⁴.

Stabili, inoltre, gli aspetti salienti della scienza e dell'istruzione forestale italiana: «La moderna scuola, qualifica la soverchia estensione dei beni incolti, cioè di sodaglie e di sedi boschive non regimate, un sintomo sicuro di ignoranza o inerzia popolare o di trascurata amministrazione pubblica». Per tutelare l'interesse nazionale sotto ogni aspetto «sia economico, che psicométrico, idraulico, igienico ed etnografico», si doveva provvedere alla coltivazione delle foreste. Poiché la coltura forestale era considerata un ramo dell'economia pubblica, gli insegnamenti e le applicazioni delle scienze forestali moderne dovevano «interrogare e analizzare le attinenze tutte della vegetazione arborea e boschive coll'economia privata e sociale e colla stessa economia della natura»⁵.

I pilastri dell'insegnamento, pertanto, erano l'importanza sociale dei boschi e lo sviluppo dell'economia nazionale e gli allievi erano istruiti per diventare dei professionisti forestali con compiti soprattutto tecnici e non solo personale di sorveglianza che svolgeva funzioni di polizia.

La formazione professionale del personale tecnico forestale italiano continuò per tutto l'Ottocento a essere basata sull'esperienza in bosco, sul lavoro quotidiano di ordinaria amministrazione e nei cantieri di rimboschimenti che si aprirono in quasi tutta la Penisola, dal 1868 con la realizzazione del primo progetto di rimboschimento nella provincia di Cuneo⁶.

Nei primi decenni del Novecento, grazie all'azione congiunta di un tecnico forestale, Aldo Pavari e di un economista agrario, Arrigo Serpieri, s'istituisce l'Istituto Superiore Nazionale Forestale di Firenze⁷.

La vera funzione dell'Istituto non era solo quella didattica, ma soprattutto quella scientifica e sperimentale che doveva creare le basi di una tecnica e di una politica forestale italiana, che avrebbe favorito il consolidamento di una formazione professionale che prevedeva l'apprendimento di un coerente sistema tecnico basato su conoscenze scientifiche (Zanzi Sulli, 1997). Nel corso degli anni, per ampliare l'offerta didattica formativa, sono state istituite la sede di Cittaducale (aperta nel 1905), la sezione distaccata di Sabaudia (istituita nel 1962) e altre sezioni che hanno favorito lo sviluppo di specifiche discipline e di percorsi formativi altamente specialistici, in ottemperanza ai compiti istituzionali del Corpo. Ben si comprende come sin dalle origini il tecnico forestale fosse espressione di una cultura e dell'Amministrazione che ha investito nella sua formazione e che ancora oggi continua quest'attività d'istruzione e aggiornamento.

2.2. I contenuti della documentazione

Per semplicità di trattazione sono state individuate tre macroaree che raggruppano le principali attività istituzionali svolte dall'Amministrazione forestale nell'arco di 150 anni dal 1822 al 1972.

Nei primi anni di attività, la documentazione prodotta aveva prevalentemente come oggetto la «stabilità delle pendici e un regolato regime idrogeologico» che veniva monitorato attraverso delle *Relazioni descrittive dei boschi banditi e proponenti i miglioramenti dei boschi* disciplinate dal *Regolamento pell'Amministrazione dei boschi*, promulgato nel 1833 da Carlo Alberto⁸.

L'Ispettore forestale di Circondario aveva l'obbligo di tenere i *registri* e le *carte* relative ai boschi. In un primo registro andavano inserite le descrizioni aggiornate dei boschi ricadenti sotto la giurisdizione del Regno, un altro serviva invece a tenere un elenco som-

²Con Regio Decreto del 4 aprile 1869, n. 4993 fu istituito il Regio Istituto forestale nella fattoria di Paterno e nell'abbazia di Vallombrosa per l'istruzione tecnica forestale di alunni ordinari che aspiravano alla carriera governativa e di quelli straordinari che desideravano unicamente apprendere le discipline forestali.

³Adolfo Di Bérenger (Monaco di Baviera 1815 - Roma 1895), considerato il fondatore della selvicoltura italiana, fu uno dei più illustri tecnici forestali dell'epoca e primo direttore dell'Istituto forestale di Vallombrosa dal 1869 al 1877.

⁴Allocuzione di Adolfo Di Bérenger del 14 gennaio 1868 in Archivio Centrale di Stato - Fondo Ministero Agricoltura Industria e Commercio (M.A.I.C.) - Direzione Generale dell'Agricoltura - Servizi Forestali - Versamento I - 2.2. Corsi Istruzione Forestale Scuole Napoli Torino Palermo Firenze - busta 245 fascicolo 860 - Parte II.

⁵Nel suo discorso tenuto in data 15 agosto 1869, in occasione dell'inaugurazione dell'Istituto forestale di Vallombrosa (FI).

⁶Con Regio Decreto 17 maggio 1872, n. 845, fu istituito il primo Consorzio di Rimboschimento, di carattere continuativo, fra lo

Stato e la provincia di Cuneo. Successivamente con un Regio Decreto del 3 giugno dello stesso anno, il Ministero di Agricoltura chiedeva in cambio di premi e sussidi, la collaborazione delle Province interessate al rimboschimento. Al progetto aderirono in un primo tempo le province di Cuneo, Aquila, Firenze, Teramo, Messina e Genova, alle quali si aggiunsero Arezzo, Udine, Cosenza, Caltanissetta, Verona, Sondrio e Catania.

⁷Con legge 14 luglio 1912, n. 83466, fu fondato l'Istituto Superiore Forestale Nazionale e inaugurato il 18 gennaio 1914.

⁸*Regie Lettere Patenti per le quali S.M. approva un nuovo Regolamento pell'Amministrazione dei boschi. In data del primo dicembre 1833. Carlo Alberto ec. ec. ec., in Compilazione degli Editti e Patenti di sua Maestà il Re di Sardegna ec. ec. ec., Genova, Stamperia Delle Piane, Tomo XXXVI, 1833.*

mario dei boschi appartenenti ai proprietari privati⁹.

Nel visitare i boschi del suo Circondario, l'Ispezzore doveva proporre quei miglioramenti che riteneva più necessari mediante una circostanziata relazione che, dopo essere stata esaminata dall'Intendente, veniva trasmessa alle Amministrazioni proprietarie perché adottassero quei provvedimenti che giudicavano più convenienti.

In seguito all'approvazione della Legge 20 giugno 1877, n. 3917, l'attività operativa fu molto incentrata sulla redazione di *Elenchi*, nei quali dovevano essere indicati, distinti per comune, i boschi che, in virtù della nuova legge, andavano svincolati oppure posti a vincolo¹⁰.

In entrambi gli *Elenchi*, l'Ispezzore forestale doveva indicare una serie di dati molto dettagliata quali: il bacino idrografico di appartenenza; la zona (montagna, regione o contrada); la denominazione del fondo; il numero del catasto; l'appartenenza del fondo; i confini; la superficie; la giacitura del fondo (in monte, in colle, in piano); l'altitudine e i gradi di pendenza; lo stato di coltura; le specie legnose; la consistenza del suolo; i motivi del vincolo o dello svincolo¹¹. La legge forestale del 1877 non riuscì a trovare un equilibrio tra gli eccessi vincolistici che impedivano lo sviluppo dell'economia montana e la tutela del territorio dalle ricorrenti frane e inondazioni che colpivano sia le regioni meridionali sia quelle settentrionali. I dati statistici dell'epoca sull'attuazione della legge mostrano, infatti, come l'aver limitato le condizioni per il vincolo forestale alle zone di altitudine superiore alla diffusione del castagno, ha prodotto una forte riduzione del patrimonio boschivo: «[...] nel decennio 1867-1877 anteriore alla legge Majorana¹² furono dissodati, previa autorizzazione governativa, 160 mila ettari di terreni boschivi. Nel ventennio successivo alla promulgazione della legge forestale, dal 1877 al 1897, il Governo ha concesso lo svincolo per 2.154.630 ettari di terreno. Siccome la superficie boschiva d'Italia è calcolata a 4.505.000 ettari, ne risulta che per effetto della legge Majorana il Governo italiano durante un ventennio ha permesso la distruzione di quasi la metà di tutta la zona boschiva» (Cuboni, 1909).

Le numerose proposte di riforma del vincolo naufragarono di fronte alla difficoltà di conciliare l'esigenza di

conservare e ampliare le superfici boscate con quella di promuovere l'economia montana che sembrava richiedere un ulteriore allentamento dei vincoli. L'attività legislativa prese, per così dire, un percorso laterale dando un impulso a una seconda macroarea di attività legate all'ampliamento del demanio forestale e ai rimboschimenti.

Nel 1871 (con legge 20 giugno 1871, n. 283), prende avvio la politica sul demanio forestale che grazie all' incisiva azione di Luigi Luzzatti, agli inizi del Novecento si rafforzò e si incentrò «sull'ampliamento e l'inalienabilità della proprietà boschiva demaniale, sulla tutela e sull'incoraggiamento della selvicoltura» (Legge 2 giugno 1910, n. 277). Si modificò profondamente la filosofia del rapporto con il bosco, assegnando un ruolo più attivo all'intervento pubblico. Fu infatti prevista la creazione di un'*Azienda Speciale del demanio forestale di Stato*, con lo scopo di ampliare la superficie boschiva degli enti pubblici e incoraggiare i privati, anche con premi in denaro ed esenzioni d'imposta, al rimboschimento e a una razionale silvicoltura. L'*Azienda* adottò come strumenti principe di gestione i *Piani economici*, norme interne, relative a ciascun fondo boscato, in parte amministrative e in parte tecniche. L'art. 10 (della legge) prescriveva che il piano dovesse essere «regolare», da intendersi come conforme ai principi della buona amministrazione e alle regole della buona tecnica forestale. L'art. 24, e implicitamente l'art. 25, ponevano in correlazione il «piano» con il «progetto» per la gestione del fondo.

Il piano conteneva un intero sistema di amministrazione del bosco: la divisione in sezioni o particelle del bosco, la qualità e quantità del legname da tagliarsi ogni anno, il tempo e modo, le coltivazioni da eseguirsi per assicurare la conservazione e il miglioramento del complesso, le difese, le vie da tracciarsi, comprese quelle necessarie per l'esbosco del legname.

Inoltre, gli Ispettori Forestali preposti all'amministrazione dei boschi inalienabili, dovevano redigere un *registro storico* di ogni foresta, dopo il passaggio dal Demanio all'Amministrazione forestale, per documentare i cambiamenti fisici ed economici apportati con la nuova gestione: «[...]Un registro che rappresentasse tutte queste notizie in ordine cronologico e in modo chiaro ed esatto, titolo per titolo, colla indicazione degli introiti e delle spese, della rendita annua illustrate da brevi e concisi raffronti, costituirebbe un elemento prezioso per giudicare a colpo d'occhio e con perfetta sicurezza intorno alle condizioni dei detti boschi, di mutamenti e miglioramenti introdotti dall'Amministrazione forestale e alla utilità ed efficacia dei medesimi». ¹³ Altra documentazione di notevole rilevanza è la *Relazione del Direttore generale delle Foreste* (capo dell'*Azienda Speciale del Demanio Forestale*), che ai sensi dell'art. 35 (legge 277/1910) doveva essere redatta, dopo cinque anni dall'istituzione dell'*Azienda*.

⁹Il Regolamento del 1833 considerava i boschi in «banditi» e «liberi». I boschi banditi (per impedire caduta di valanghe, frane, avvallamenti, dilavamenti, erosioni dei terreni in pendio o lungo i corsi d'acqua, ecc.) erano regolati da particolari divieti; i boschi liberi (costituenti la maggior parte del patrimonio silvano) erano distinti in due categorie: quelli appartenenti al demanio dello Stato, agli appannaggi, alla S. Religione ed Ordine militare dei SS. Maurizio e Lazzaro, ai Comuni e ai Corpi morali, costituivano la prima categoria ed erano governati secondo particolari disposizioni e sottoposti alla speciale custodia e vigilanza dell'Amministrazione. I boschi di privati proprietari, soggetti solamente a prescrizioni di carattere generale, formavano la seconda categoria.

¹⁰ Legge 20 giugno 1877, n. 3917, artt. 6 e 7.

¹¹Allegato A del regolamento R.D. 10 febbraio 1878, n. 4293.

¹²La normativa del 1877, prima legge forestale italiana, fu denominata *legge Majorana* in virtù del Ministro Salvatore Majorana Catalabiano che la promosse.

¹³Disposizioni impartite con Ministeriale del 13 settembre 1869, n. 28882 a firma di Emilio Broglio, Ministro dell'Agricoltura Industria e Commercio.

La relazione serviva sia come documento contabile per fare una valutazione del preventivo di spesa e quindi stabilire i fondi necessari per i successivi esercizi, sia come strumento di propaganda politico-gestionale in quanto documentava sull'ampliamento e l'inalienabilità della proprietà boschiva demaniale, sul buon regime di essa, sull'incremento della selvicoltura e del commercio dei prodotti forestali. Dalla lettura dell'ultima Relazione sull'Azienda di Stato foreste Demaniali (Camaiti, 1959), emerge che dal 1871 al 1954, l'Amministrazione forestale ha amministrato e gestito «170983,31.86 ettari», relativi alla consistenza delle foreste demaniali.

Si prosegue con le politiche attuate da Arrigo Serpieri, a partire dagli anni venti del secolo scorso, che costituiscono la terza macroarea e il cardine dell'impegno dell'Amministrazione forestale nella gestione e nella tutela del territorio rurale, montano e forestale (Regio decreto 30 dicembre 1923, n. 3267 – *Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani*).

Nel tempo, con le leggi sulla bonifica integrale, sulla montagna, per il Mezzogiorno, per la Calabria, l'azione si è allargata ed ha interessato oltre al controllo del vincolo, anche le sistemazioni idrauliche forestali.

Nei trent'anni intercorsi tra la legge Serpieri e le leggi per il Mezzogiorno¹⁴ è stata prodotta una cospicua documentazione, quale i *Progetti di sistemazione dei bacini montani*, con l'indicazione dei terreni da rimboschire, quelli da consolidare mediante inerbamento o con la creazione di pascoli alberati, nonché stabilire, per questi ultimi, le norme per l'esercizio del pascolo. Sempre nei progetti potevano essere considerati gli eventuali lavori occorrenti per raccogliere le acque del bacino e utilizzarle a scopo d'irrigazione o forza motrice. La legge forestale e quella della bonifica integrale ampliarono i settori d'intervento dell'Amministrazione forestale. Al fine di controllare l'esecuzione dei progetti di sistemazione montana e di rimboschimento, dovevano essere compilate annualmente dagli uffici periferici la *Relazione Annuale sulle Sistemazioni Montane e sui rimboschimenti in genere*.

Da dati statistici risulta che tra il 1910 e il 1945 siano stati piantati più di 420.000 ettari di nuovi boschi, per la maggior parte nel ventennio 1925-1945 (Schirone, 1998) e che erano svolti circa 12.000 ha/anno di lavori di rimboschimento e di sistemazione di bacini montani (Giordano e Sanchioli, 2002).

Nel secondo dopoguerra il forte impulso dato da Amintore Fanfani alla "restaurazione" della montagna italiana, vide coinvolta l'Amministrazione forestale, in diversi ambiti di competenza per l'attuazione razionale del *Piano generale di bonifica montana*. Nel ventennio 1950-1970, il Corpo forestale divenne più che altro l'"Amministrazione per la Montagna", e i compiti più

marcatamente di controllo territoriale e di polizia ambientale passarono decisamente in secondo piano, diventando principalmente soggetto propulsore e presidio di ogni attività da svolgersi nel campo economico e sociale delle popolazioni montane. Il Piano generale di bonifica montana, prevedeva un complesso di opere e di provvidenze da cui si rilevava una visione ampia di tutto il problema della montagna. Infatti, mentre prima per la sistemazione dei bacini montani erano considerate in prevalenza le opere di rimboschimento e quelle idrauliche, con la legge sulla montagna (Legge 25 luglio 1952, n. 991), si considerarono tutte le opere che potessero avere una rilevanza economica e potessero contribuire ad accrescere le risorse della popolazione, che viveva in montagna, e migliorare le condizioni della sua esistenza (Trifone, 1952). La statistica sulle opere di sistemazioni idrauliche forestali realizzate dal 1952 al 1977, rivela l'ingente attività svolta dal Corpo forestale dello Stato sul territorio italiano: n. 420 bacini montani, n. 3273 torrenti, ha 7564 frane sistemate e ha 265.370 rimboschimenti¹⁵.

2.3. Tipologia documentaria

Proseguendo con l'analisi documentale, è importante evidenziare come molti dati e informazioni sono deducibili non solo dai documenti scritti ma anche dall'innumerevole materiale fotografico e cartografico, allegato alle relazioni e ai progetti illustrati. L'importanza del materiale fotografico forestale come fonte storica è ben rappresentata nello studio di Sarasini (1986), che afferma «la fotografia forestale rappresenta un genere fotografico con i suoi postulati e regole da seguire». In particolare, Sarasini si è occupato del riordino del *Fondo Fotografico Storico* (FFS) dell'Ispettorato Ripartimentale delle Foreste di Genova e attraverso la sua ricerca ha mostrato come la fotografia forestale sia una fonte utile per la ricostruzione della storia "reale" del bosco e dei sistemi culturali a esso collegati.

La documentazione fotografica del FFS ha, infatti, permesso di individuare per la sola provincia di Genova oltre 500 siti, di cui è stato possibile datare e riconoscere gli aspetti della copertura vegetale e di seguirne le trasformazioni. Analoga riflessione riguarda il materiale cartografico, dal quale potrebbero essere recuperati dati tematici, capaci di fornire informazioni circa i mutamenti del paesaggio forestale. Questi dati, inoltre potrebbero essere utilizzati per confronti intertemporali volti allo studio dei cambiamenti delle coperture e dell'uso del suolo. L'analisi territoriale diacronica spesso si basa su mappe storiche georeferenziate.

2.4. La documentazione forestale come fonte storica

La documentazione storica forestale, come mostrato in questa breve riflessione, rappresenta quindi una delle fonti per interpretare lo spazio, all'interno del quale sono riscontrabili sul terreno tracce di azioni e di *pratiche*

¹⁴Le leggi 10 agosto 1950, n. 646 e n. 647, con le quali venne istituita la Cassa per il Mezzogiorno e furono adottati provvedimenti per l'esecuzione di opere straordinarie nelle zone depresse del centro sud, i contenuti legislativi riguardavano preminentemente temi tecnici quali la sistemazione idraulico forestale e idraulico agraria dei bacini montani.

¹⁵AA.VV., 1994 – *Indagine sulle opere di sistemazione idraulico - forestale*, a cura di Ministero delle Risorse Agricole, Alimentari e Forestali Corpo forestale dello Stato e Fondazione Sir Walter Becker. Tipo-Litografia La Grotteria, Roma.

pregresse o ancora esistenti. Restituisce informazioni molteplici come dati sui rimboschimenti, progetti di sistemazione idraulico forestale, dati statistici sugli incendi boschivi, usi civici, utilizzazioni boschive, ecc. che permettono di “costruire” numerosi oggetti di ricerca quali ad esempio: cambiamenti della copertura vegetale, pratiche di utilizzazione dei boschi da parte delle popolazioni locali (pascolo, raccolta frutti, legna, utilizzo di cave e torbiere), regimi consuetudinari, studi sull’evoluzione delle tecniche di gestione forestale (piani di assestamento, progetti di rimboschimento), ecc.

Questa documentazione, inoltre, quando sia affrontata in una lettura fortemente contestualizzata come viene oggi suggerito a seguito dell’evoluzione del settore della ricerca storica forestale e dalle nuove questioni poste dall’ecologia storica, è una delle fonti documentarie ineguagliabili per interpretare questi spazi e il loro cambiamento alla scala topografica. La valorizzazione corretta di questo patrimonio documentario deve fondarsi anche sullo sviluppo di progetti di ricerca in ambiti diversi tra di loro, ma potenzialmente convergenti. È importante che queste fonti siano messe a sistema. L’indagine storica può progredire e giungere a risultati di conoscenza solo se riesce a collegare nel modo migliore i dati che provengono da diverse discipline. Il patrimonio documentario storico del Corpo forestale dello Stato è costituito in maniera consistente da documentazione fotografica, cartografica e catastale, che potrebbe, solo per citare alcuni esempi, integrare il materiale documentario inserito nel portale *Territori*¹⁶, ampliando così le fonti per la ricerca specialistica dei territori; quello delle banche dati *dell’Istituto di ricerca per la protezione idrogeologica* del Consiglio Nazionale delle Ricerche, che raccolgono informazioni storiche relative a frane e inondazioni avvenute in Italia nel corso del XX secolo; il *progetto ASET* - Archivi dello sviluppo economico territoriale - il progetto, che intende valorizzare gli archivi prodotti dalla Cassa del Mezzogiorno e dall’Agensud¹⁷. Tutto ciò favorirebbe lo sviluppo di significative potenzialità e ricadute sul piano dell’accredimento delle possibilità di ricerca e di utilizzazione delle fonti archivistiche.

3. Conclusioni

L’Ispettorato Generale del Corpo forestale dello Stato, nel marzo del 2013 ha condotto un censimento per conoscere in quali sedi territoriali fosse conservata documentazione storica. L’indagine ha evidenziato che sono presenti diversi depositi archivistici presso i vari

uffici che conservano documentazione con datazione a partire dal 1811. Al fine di tutelare e valorizzare il proprio patrimonio documentario il 16 ottobre 2013 è stata siglata in Roma una convenzione tra Corpo forestale dello Stato e Archivio Centrale dello Stato, per garantire la consultazione della documentazione evitando così anche la dispersione e favorendo l’accesso a ricercatori, studiosi e a chiunque ne abbia interesse ai fini di studio. Il Corpo forestale dello Stato, ha pertanto avviato un’azione di tutela a contrasto di quel *processo di smemorizzazione*, descritto dallo storico Claudio Pavone, in un articolo pubblicato su un grande quotidiano nazionale, qualche anno fa: «Gli archivi sono i depositari della memoria scritta di un popolo, della sua cultura, della sua storia, nei suoi svolgimenti lenti e solenni come nelle sue drastiche fratture. Magnati e popolani, per riprendere il titolo di una celebre opera di Salvemini sul comune di Firenze, riposano negli archivi e, talvolta, nello stesso documento, gli uni accanto agli altri in attesa di essere richiamati dagli storici a una nuova trasfigurata vita. [...] Gli archivisti si sono sempre dovuti misurare con problemi di spazio, di efficienza amministrativa, di possibilità complete di svolgere accuratamente i loro compiti. [...] L’Italia oggi sta subendo un processo di progressiva deindustrializzazione. Cerchiamo di evitare che ad esso se ne affianchi uno di smemorizzazione mandando in rovina gli istituti preposti alla custodia della memoria e dei materiali indispensabili per la storia»¹⁸.

SUMMARY

Traces of memory: planning and land protection in the historical record of the Italian State Forestry Corps

The recent occurrence of instability that characterize the Italian territory, impose a serious reflection in order to develop protection policies based on a culture of prevention rather than repairing the damage.

This culture is based on the knowledge of the history that has shaped the landscape of the Italian environment. An important contribution to broadening the knowledge of the Italian territory is provided by the State Forestry Corps. The Forestry Administration, since its inception, has always had a direct and constant relationship with the territory. This link emerges from historical documentation produced in the course of 150 years (1822-1972), of institutional activities. The quality and quantity of data and information, deductible from this documentation, are sources of considerable interest in the study of the different national geographic areas. By ensuring that access to the world of research and local administrators would favour a continuity between past and future action planning as well as management and protection of many areas of our country.

¹⁶Inaugurato l’8 novembre 2011 e afferente al Sistema Archivistico Nazionale.

¹⁷Agenzia per la promozione e lo sviluppo del Mezzogiorno istituita con la legge 1° marzo 1986 n. 64 e soppressa a sua volta con la legge 19 dicembre 1992 n. 488, a decorrere dal 1° maggio 1993, lasciando al Ministero dell’Economia e delle Finanze il compito di coordinare e programmare l’azione di intervento pubblico nelle aree economicamente depresse del territorio nazionale.

¹⁸Claudio Pavone, *Le carte del nostro passato*, in La Repubblica, 10 aprile 2003, pag.45.

BIBLIOGRAFIA CITATA E DI RIFERIMENTO

- AA.VV., 1994 – *Indagine sulle opere di sistemazione idraulico – forestale*. A cura di: Ministero delle Risorse Agricole, Alimentari e Forestali, Corpo forestale dello Stato e Fondazione Sir Walter Becker. Tipo-Litografia La Grotteria, Roma.
- Camaiti A.M., 1959 – *L’Azienda di Stato per le foreste demaniali*. Ed. Soc. Abete, Vol. I, Roma.
- Croce G.F., 1987 – *Effetti geografici della legislazione forestale in Liguria (XIX secolo)*. Università degli Studi di Genova, Facoltà di Lettere e Filosofia, tesi di laurea, anno accademico 1986 - 1987.
- Cuboni G., 1909 – *Le origini e gli effetti della legge forestale 20 giugno 1877*. Bollettino quindicinale della Società degli Agricoltori Italiani, anno XVI, n. 23, dicembre 1909, pp. 1067-1076.
- Giordano N., Sanchioli C., 2002 – *Il corpo Forestale dello Stato. Origini, evoluzione storica ed uniformi*. Roma.
- Greco S., 2005 – *Politiche forestali nella Liguria contemporanea*. Università degli Studi del Piemonte Orientale “Amedeo Avogadro”, Facoltà di Scienze Politiche, anno accademico 2004/2005.
- Greco S., 2012 – *La Scuola del Corpo forestale dello Stato. Il pensiero di una Scuola una Scuola di pensiero*. Tipografia Fabri, Rieti.
- Greco S., 2013 – *I fondi archivistici forestali in Liguria. Fonti per ricerche di geografia ed ecologia storica*. Tesi di dottorato. Università degli Studi di Genova, Dottorato Universitario di ricerca in “Geografia Storica per la valorizzazione del patrimonio storico ambientale”, XXV ciclo della Scuola di dottorato “Società, culture, territorio”.
- Marchi M., 2011 – *Pionieri ambientalisti nell’Italia dell’ottocento, G. Perkins Marsh e gli ingegneri idraulici padano-veneti*. In: <http://amsacta.cib.unibo.it>. <http://dx.doi.org/10.6092/unibo/amsacta/3050>
- Merendi A., 1933 – *La nuova legge sulla bonifica integrale e le opere forestali*. L’Alpe, 7: 258-268.
- Moreno D., 1990 – *Dal documento al terreno. Storia e archeologia dei sistemi agro-silvo pastorali*. Il Mulino, Bologna.
- Piccioni L., Raffaelli T., 2002 – *Il rinnovamento della legislazione forestale (1905-1915): il contributo di Luzzatti e Nitti*. In: *La scienza economica in Parlamento 1861- 1922. Una storia dell’economia politica dell’Italia liberale*. A cura di Massimo M. Augello e Marco E. L. Guidi. Franco Angeli, pp. 589.
- Sarasini G., 1984 – *Fonti archivistiche per la storia forestale della Liguria (XIX-XX secolo). Il fondo fotografico storico dell’Ispettorato Regionale delle Foreste per la Liguria*. Università degli Studi di Genova, Facoltà di Lettere e Filosofia, tesi di laurea, anno accademico 1983-1984.
- Sarasini G., 1986 – *La fotografia forestale: un fondo di archivio a Genova*. In: *Studi in memoria di Teofilo Ossian De Negri, III*, pp. 160 -173.
- Schirone B., 1998 – *Le attività di rimboscimento in Italia: situazione attuale e prospettive*. In: *Atti del Secondo Congresso Nazionale di Selvicoltura, Venezia 24-27 giugno 1998*.
- Torre A., 2002 – *La produzione storica dei luoghi*. Quaderni Storici, 110 (2):443-475.
- Torre A., 2008 – *Spatial Turn in History Paysages, regards, ressources pour une historiographie de l’espace*. Annales 63e année 2008/5.
- Trifone R., 1952 – *La recente legge per la montagna*. L’Italia Forestale e Montana, 7 (6): 283- 287.
- Zanzi Sulli A., 1997 – *La formazione del tecnico forestale fra Sette e Ottocento*. In: *Avvocati, medici, ingegneri. Alle origini delle professioni moderne (secoli XVI-XIX)*, a cura di Maria Luisa Betri e Alessandro Pastore. Bologna, Clueb., pp. 367.

THE SOIL DATABASE AND FOREST SOIL SAMPLE COLLECTION OF THE NATIONAL CENTRE FOR SOIL MAPPING (CRA-ABP)

Giovanni L'Abate¹, Elisa Bianchetto¹, Edoardo A.C. Costantini¹

¹Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (CREA), Research centre for agrobiolgy and pedology. Firenze, Toscana, Italy; giovanni.labate@entecra.it

Update and management of the soil database of Italy is one of the core activities of the Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (CREA). The database is related to the soil samples collected by the soil archive of the National Center for Soil Mapping and interests all main Italian agricultural and forestry soils. Analyzed and georeferenced soil observations from surveys carried out between 1950 and 2013 have been stored in the national database. Sampling and analytical procedures were performed in accordance with national and international standards. Both organic and mineral horizons were sampled. Main analyses were: particle size, pH, organic carbon, nitrogen, bulk density, and lime content. The soil samples were archived and their placement digitized, so that they allow further wet or dry analysis. At present, the database stores 5,384 analyzed observations (soil profiles, minipits or auger holes), sampled in forest environments, and 1,306 on permanent grassland. Stored samples amount to 16,466. Forest environments of soil samples are described in 16 forest categories.

Keywords: geomatics, forestry, carbon, soil samples archive, forest categories.

Parole chiave: geomatica, foreste, carbonio, pedoteca, categorie forestali.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-gl-soi>

1. Introduction

The Italian National Center for Soil Mapping (Centro Nazionale di Cartografia Pedologica - CNCP) is a research group maintaining the national soil spatial data infrastructure and collection.

CNCP has been established in 1998 within the project "Soil Methodologies: definition of criteria and specifications for the construction, maintenance, updating and consultation the 1:250.000 scale soil map of Italy". CNCP is part of the Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (CREA) a National Research Organization operating under the supervision of the Italian Ministry of Agriculture (MiPAAF) and is located at the Agrobiolgy and Pedology Research Center, Florence. Currently, CNCP is funded by CRA and two international projects (EU 7th Framework Programme agINFRA www.aginfra.eu; LIFE+SOILPRO www.soilpro.eu) and belongs to the networks of other projects (INQUA Aeomed; CostAction Deserthub; Italy-Israel Ringo). CNCP maintains the soil database of Italy and a collection of several thousand of soil samples taken all over Italy, in Peloponnesus (Greece), and Israel, and interests all main Italian agricultural and forestry soils.

CNCP has been involved in the EU INSPIRE Thematic Working Group on Soil (Arnoldussen *et al.*, 2012).

CNCP has for many years developed soil survey, mapping, and informatization methodologies. Several thousands of soil observations have been stored on a Ms Access database. This Information System was the starting point to develop the Soil sample collection. In

2007 CNCP published the "Linee guida dei metodi di rilevamento e informatizzazione dei dati pedologici" (Guidelines of the methods for soil survey and data informatization) a volume (Costantini, 2007) with an attached CD-rom "CNCP 3.0, Database for soil observations and pedological units storing, correlating and geo-exploring" (L'Abate *et al.*, 2007). The software was developed according to the European Soil Bureau Handbook (Finke *et al.*, 1999) and the "Metodologie pedologiche" project (Costantini and D'Antonio, 2001). Several Italian regional soil services (Regione Sicilia, Regione Lazio, Regione Liguria, Regione Puglia, Regione Toscana, Regione Calabria) adopted the software as soil information system so that it can be considered the Italian "de facto" standard for soil database architecture. The first attempt setting up a National Forest Inventory is dated on '90 (Castellani *et al.*, 1988). Tosi and Marchetti (1998) verified that the extremely differentiated, inhomogeneous and variable reality of Forest Statistics, makes the data available from local authorities and projects incomparable and almost not useful at national level.

Information are generated by different experiences concerning standards, localization and time of completion of regional, interregional and national projects. Further improvements of Forestry monitoring were achieved thanks to Riselvitalia (Bianchi, 2004) and INFC (National Inventory of Forests and forest carbon reservoirs) (CFS, 2005) projects. This last cited project in particular focused on the forest contribution to Italian carbon sink. The third phase of the project included soil survey to estimate forest soil carbon sink (MiPAAF, 2008). CNCP

has been involved into the National Inventory of Forests and Forest Carbon reservoirs survey of additional attributes, phase 3+ managing soil analysis and soil sample collection (MiPAAF, 2008).

2. Material and methods

Sampling and analytical procedures were performed in accordance with national and international standards. Soil analysis followed Italian official analytical methodologies: *Metodi di Analisi Chimica del Suolo* – Methods of Soil chemical analysis (MiPAAF, 2000) and *Metodi di analisi fisica del suolo* - Methods of Soil Physical Analysis (MiPAAF, 1997) and international standards ISO/TC 190/SC 1 - Evaluation of criteria, terminology and codification; ISO/TC 190/SC 2 - Chemical methods and soil characteristics; ISO/TC 190/SC 5 (13.080.20) - Physical methods; ISO/TC 190/SC 7 - Soil and site assessment.

International Soil classifications are adopted Soil taxonomy (SSS, 2006) and World Reference Base for Soil Resources (IUSS–ISRIC–FAO, 1998; IUSS, 2006). Among the spatial data infrastructure maintained by CNCP, the Soil Information System of Italy (SISI) is the most important (SISI, 2013). SISI is a web-GIS application for online soil data consultation. The web-GIS application was developed for use related to agriculture, agro-industry, food, forestry, natural and geological science.

The application offers both soil and climatic information, related to 1:500,000 scale geography. In addition to the free access through the agINFRA Science Gateway, the registered access allows consultation of soil profiles, different formats data download and several service capabilities. Soil observations from surveys carried out between 1950 and 2013, analyzed and georeferenced are stored into the national database.

Disturbed and dried soil samples are collected at the Fagna experimental farm, Scarperia (Florence), in accordance with the following technical protocol:

- 1) All collected data and the analyzes results are computerized. A listing in digital format (MS Excel and \ or MS Access), showing analytical data and codes, is delivered to the CRA-ABP along with samples.
- 2) All the samples locations are georeferenced.
- 3) It is essential that the collection of soil samples for storage in the archive is done with the utmost care, according to Sampling standard ISO/TC 190/SC 3 Soil quality - Sampling - Part 105: Packaging, transport, storage, preservation of samples; Part 106: Quality control and quality assurance; Part 107: Recording and reporting; ISO 18512:2007 - Soil quality - Guidance on long and short term storage of soil samples.

Approximately 1 Kg of air-dried, milled and sieved to 2 mm ground, placed in a PVC rigid, airtight, and with cap liner container is stored. Containers are marked with the following: survey lot code; type of observation; number of observation; number and genetic code of the horizon; upper and lower horizon limits in cm; effective depth of sampling; day, month and year of the sampling.

Land cover is described in 6 categories at the CORINE second level (EEA and OPOCE, 2007) and in some

cases further detailed in 50 subcategories up to 6 levels (Costantini, 2007). Forest environments of soil samples are described in 16 categories (Del Favero, 2001; Costantini, 2007; Petrontino and Fucilli, 2013) adapting National Forest Inventory classes (CFS, 2005) to CORINE forest categories (EEA and OPOCE, 2007).

3. Results

Not agricultural soil observations are well distributed across the country (Fig. 1) with a slight lack of data in the Alpine regions (39% in Southern Italy, 35% in Central Italy, and 26% in Northern Italy). Monitored environments (Tab. 1) resulted 58% forests, 27% shrub and/or herbaceous vegetation associations, less than 10% pastures and permanent grasslands, and permanent crops (timber plantations), less than 5% mine dumps, and open spaces with little or no vegetation. In relation of surveyed forest formations (Tab. 2) resulted 51% deciduous broadleaved formation, 15% meso and microthermic narrow leaved formation, less than 10% evergreen broad-leaved formation; herbaceous formation; thermoxerophile shrub formation; thermophile needle leaved formation, and less than 5% hygrophilous broadleaved formations; microthermic arbustive formation; mesothermophile arbustive formation. Investigated forest environments (Tab. 3) were: 38% broad-leaved forests, 12% forest dominated by deciduous oaks, less than 10% shrub and/or herbaceous vegetation associations; poplar wood, willow grove and other broad-leaved plantations; larch and/or cembra pine forests; White and/or red fir forests, less than 5% holm oak mixed forests; chestnut forests; forests dominated by beeches; mine dump and construction sites; forests dominated by hygrophilous species; mediterranean pines forests; not native broad-leaved forests; mountain pines forests; not representative holm oak and cork oak forests; coniferous plantations.

At present, 12,894 analyzed soil observations (soil profiles, minipits or auger holes) are stored in the database. Both topsoil and subsoil layers or organic and mineral horizons have been sampled to 30 cm or more. Several relevant parameters are stored to allow models developments and environmental investigations. The most representative collected properties (Pritchett, 1979) are: Soil site: Elevation; Aspect; Organic matter cover; Grass cover; Soil depth; Bedrock depth; Horizon/Layer; Coarse fragments; Effervescence; Bulk density; Roots quantity; Routinary Analysis: Nitrogen; Organic carbon; Carbonates; pH; textural analysis: Clay; Silt; Sand. Among genetic horizons, the most representative are: OA (16%); A (15%); Bw (6%); A1 (5%); less than 5% are described also Ap; A2; C; AC; Bt; Bw1; AB; R; Ap1; and E. The collected soil samples have been related to analytical data.

15,498 analyzed soil samples of Italian forestry soil-scapes were physically stored and archived.

At present, the database stores 5,384 analyzed observations (soil profiles, minipits or auger holes), sampled in forest environments, and 1,306 on permanent grassland. Total stored samples amount to 16,466.

4. Discussion and conclusions

The periodical repetition of forest inventories is necessary for the accurate and continuous updating of information and it is also fundamental for checking biodiversity changes into the natural ecosystems, particularly in the forest (Gasparini and Tosi, 2000). This archive could contribute with historical soil information to define soil carbon stock variation during the last decades (UN, 1998). The collected and stored soil information is used for several kinds of forest research activity, as well as for calibration of new instruments and analytical methods.

Aknowledgments

Update and management of the soil database of Italy is one of the core activities founded by the projects: MiPAAF (2009-2013) COLLEZIONI E A-OR, BIO-DATI, and 7° FP agINFRA. BADASUOLI, AGRO-SCENARI, SOILPRO

O and INFC3+ projects contributed collecting relevant amount of data and samples. Contributions to soil sample collection: Giorgio Moretti, Stefania Simoncini, Daniele Amoroso, Maria Fantappiè, Enrico Gregori, Marcello Pagliai.

Table 1. Monitored environments (EEA and OPOCE, 2007).

<i>Code</i>	<i>Class</i>
13	Mine dump and construction sites
22	Permanent crops
23	Pastures
31	Forests
32	Shrub and/or herbaceous vegetation
33	Open spaces with little or no vegetation

Table 2. Forest formations (Costantini, 2007).

<i>Code</i>	<i>Class</i>
A	Evergreen broadleaved formation
B	Deciduous broadleaved formation
C	Hygrophilous broadleaved formation
D	Needle leaved thermophile formation
E	Meso and microthermic narrow leaved formation
F	Thermoxerophile shrub formation
G	Mesothermophile arbustive formation
H	Microthermic arbustive formation
I	Herbaceous formation

Table 3. Forest categories.

<i>Code</i>	<i>Class</i>
13	Mine dump and construction sites
22411	Poplar wood, willow grove and other broad-leaved plantations
22412	Coniferous plantations
311	Broad-leaved forests
3111	Holm oak and cork oak forests
3112	Forests dominated by deciduous oak
3114	Chestnut forests
3115	Forests dominated by beechs
3116	Forests dominated by hygrophilous species
3121	Mediterranean pines forests
3122	Mountain pines forests
3123	White and/or red fir forests
3124	Larch and/or cembrus pine forests
3125	Not native broad-leaved forests
31311	Holm oak mixed forests
32	Shrub and/or herbaceous vegetation associations

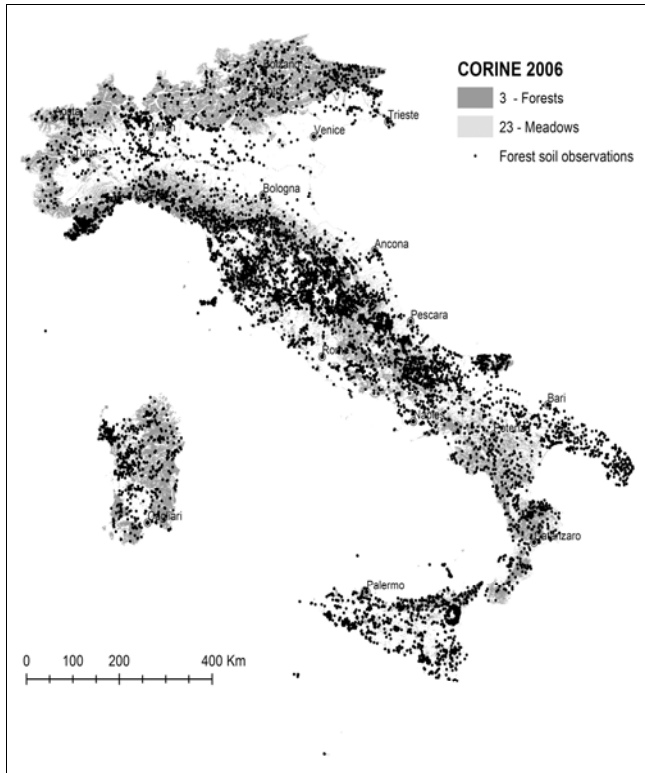


Figure 1. Distribution of soil observations within the country.

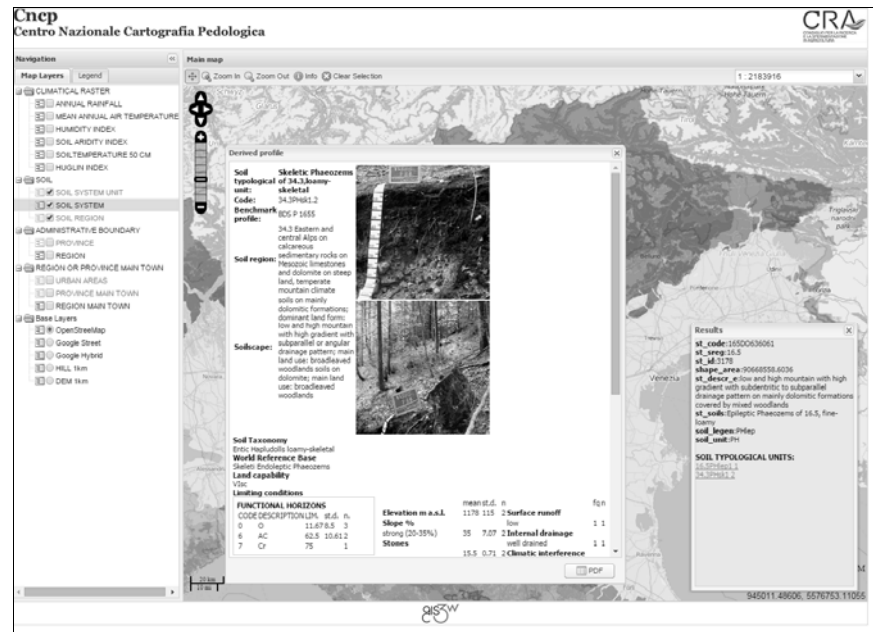


Figure 2. The SISI WebGIS application for online soil data consultation.

RIASSUNTO

La banca dati e la collezione di campioni di suolo forestale del Centro Nazionale di Cartografia Pedologica (CRA-ABP)

L'Aggiornamento e gestione della banca dati dei suoli d'Italia è una delle attività principali del progetto "Biodati" del Consiglio per la Ricerca e la sperimentazione in Agricoltura (CRA). Il database è collegato ai

campioni di terreno conservati presso la pedoteca del Centro Nazionale di Cartografia Pedologica (CRA-ABP) e interessa tutti i principali pedopaesaggi agricoli e forestali italiani.

Le osservazioni georeferenziate ed analizzate rilevate tra il 1950 e il 2013 sono state memorizzate nella banca dati nazionale. Le procedure di campionamento e di analisi sono state effettuate in conformità con gli standard nazionali ed internazionali. Il campionamento ha interessato sia l'orizzonte organico che quello minerale. Le

principali analisi sono state: granulometria, pH, carbonio organico, azoto, densità apparente, effervescenza. I campioni sono stati archiviati e la loro collocazione informatizzata, in modo da poter consentire ulteriori analisi o test di nuovi sensori. Allo stato attuale, il database contiene 5.384 osservazioni analizzate (profili pedologici, minipits o trivellate), campionate in ambienti forestali, e 1.306 su prati permanenti. I campioni memorizzati ammontano a 16.466. Gli ambienti forestali dei campioni sono descritti in 16 categorie forestali.

REFERENCES

- Arnoldussen A., Keijers S., Le Bas C., Bulens J., Costantini E.A.C., Eberhardt E., Engels P., van Liedekerke M., Marahrens S., Sanka M., Senar A., Versluijs K., Tomas R., 2012 – *INSPIRE Thematic Working Group SOIL (TWG-SO). D2.8.III.3 Data Specification on SOIL – Draft Guidelines*. [Online:16/12/2014].
http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Data_Specifications/INSPIRE_Data_Specification_SO_v3.0rc2.pdf
- Bianchi M., 2004 – *Il progetto “Ri. Selv. Italia”: programma comune di ricerca sulla selvicoltura in Italia*. Forest@-Journal of Silviculture and Forest Ecology, 1(2): 109.
- 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’Assesamento Forestale e per l’Alpicoltura. Trento, pp. 461.
- Corpo Forestale Dello Stato-CFS, 2005 – *Dossier tematico inventario nazionale delle foreste e dei serbatoi di carbonio*. [Online:16/12/2014]
http://www3.istat.it/istat/eventi/2007/forestali/inventario_foreste_serbatoi_carbonio.pdf
- Costantini E.A.C., D’Antonio A., 2001 – *Attualità e prospettive dei progetti “Metodologie pedologiche” e “Carta dei suoli d’Italia a scala 1:250.000”*. Boll. Soc. It. Sc. del Suolo, 2: 205-218.
- Costantini E.A.C., 2007 – *Linee guida dei metodi di rilevamento e informatizzazione dei dati pedologici*. CRA_ABP, Firenze, Italia, pp. 296.
- Del Favero R., 2001 – *Tipologie forestali: analisi di un decennio di studi a scala regionale*. Monti e Boschi, XLIII (6): 9-13.
- European Environment Agency (EEA), Office for Official Publications of the European Communities (OPOCE), 2007 – *CLC2006 technical guidelines*. Technical report No 17/2007. Published: 18 Dec 2007. [Online:16/12/2014]http://www.eea.europa.eu/publications/technical_report_2007_17/at_download/file
- Finke P., R. Hartwich R., Dudal R., Ibàñez J., Jamagne M., King D., Montanarella L., Yassoglou N. 1999 – *Database georeferenziato dei suoli europei. Manuale delle procedure*. Versione 1.1. Versione italiana a cura di Edoardo A. C. Costantini. Commissione Europea. EUR 18092. pp. 176.
- Gasparini P., Tosi V., 2000 – *Foreste e biodiversità: principi e metodi di monitoraggio*. Monti e Boschi, XLII (6): 5-21.
- IUSS working group WRB, 2006 – *World reference base for soil resources 2006*. World Soil Resources Reports No. 104. Rome, FAO, pp. 121.
- IUSS- ISRIC- FAO, 1998 – *World Reference Base for Soil Resources*. World Soil Resources Reports n 84, FAO, Rome, Italia, pp. 92.
- L’Abate G., Barbetti R., Costantini E.A.C., 2007 – *Database for soil observations and pedological units storing, correlating and geoeexploring*. In: Linee guida dei metodi di rilevamento e informatizzazione dei dati pedologici. CNCP 3.0, December 2007. CD-Rom attached to volume: E.A.C. Costantini (Ed.). 2007.. S.EL.CA. Srl, Firenze.
- Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali-MiPAAF, 1997 – *Metodi di analisi fisica del suolo*. Franco Angeli, Milano, Italia, (fascicolato).
- Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali-MiPAAF, 2000 – *Metodi di analisi chimica del suolo*. Franco Angeli, Milano, Italia, (fascicolato).
- Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali-MiPAAF, 2008 – *Inventario Nazionale delle Foreste e dei serbatoi forestali di Carbonio*. INFC Manuale campagna per il rilievo degli attributi integrativi (Fase 3+). Documento a cura dell’Istituto Sperimentale per l’Assesamento Forestale e per l’Alpicoltura, Trento, pp. 216.
- Petrontino A., Fucilli V., 2013 – *High Nature Value Forests identification: A case study in Apulia region – Italy*. AESTIMUM, 62: 67-88. [Online:16/12/2014]
<http://www.fupress.net/index.php/ceset/article/download/13192/12465/13192-24902-1-SM.pdf>
- Pritchett W.L., 1979 – *Properties and management of forest soils*. ISBN 0-471-03718-4. pp. x + pp. 500.
- Soil Information System of Italy, 2013 – *SISI*. [Online:16/12/2014]
<http://aginfra-sg.ct.infn.it/isis>
- Soil Survey Staff - SSS, 2006 – *Keys to Soil Taxonomy*. Tenth Edition. USDA, Natural Resources Conservation Service, Washington D.C., USA, pp. 332. [Online:16/12/2014]http://soils.usda.gov/technical/classification/tax_keys/keys.pdf
- Tosi V., Marchetti M., 1998 – *I sistemi informativi forestali in Italia: uniformità e divergenze tra gli inventari delle risorse forestali*. L’Italia Forestale e Montana, LIII (5): 220-252.
- United Nations - UN, 1998 – *Kyoto protocol to the United Nations framework Convention on climate change*. [Online:16/12/2014]
<http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf>

VARIAZIONI SPAZIO-TEMPORALI DEL REGIME E DELL'ESPOSIZIONE AGLI INCENDI IN SARDEGNA, ITALIA

Olga M. Lozano¹, Michele Salis^{1,2}, Alan A. Ager³, Fermin Alcasena Urdirroz^{2,6}, Bachisio Arca⁵,
Mark A. Finney⁴, Valentina Bacciu², Donatella Spano^{1,2}

¹University of Sassari, Department of Science for Nature and Environmental Resources (DIPNET), Sassari, Italy; mlozano@uniss.it

²Euro-Mediterranean Center on Climate Change (CMCC), IAFENT Division, Sassari, Italy

³USDA Forest Service, Pacific Northwest Research Station, Western Wildland Environmental Threat Assessment Center, USA

⁴USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Fire Sciences Laboratory, Missoula, USA

⁵National Research Council (CNR), Institute of Biometeorology (IBIMET), Sassari, Italy

⁶University of Lleida, School of Agricultural Engineering (ETSEA), Lleida, Spain

Nelle ultime decadi numerosi studi hanno evidenziato un aumento del rischio di insorgenza di grandi incendi di elevata intensità, unitamente a variazioni significative nel *pattern* dei regime degli incendi. Nel Bacino del Mediterraneo, la Sardegna ha registrato una marcata riduzione dell'area bruciata media annua a partire dal 1980, con una evidente variazione a metà degli anni '90. Nonostante questo trend, gli incendi causano tutt'oggi perdite finanziarie considerevoli, danni agli ecosistemi naturali, incidenti e vittime. Pertanto, in un'ottica di ottimizzazione degli investimenti e di allocazione di risorse, è necessario migliorare l'accuratezza delle stime di esposizione e rischio degli incendi e attuare attività di prevenzione e mitigazione mirate. Da questo punto di vista, l'applicazione di modelli di propagazione degli incendi continua a crescere fra pianificatori e portatori di interesse che richiedono analisi di rischio integrate e di dettaglio. L'obiettivo di questo lavoro è quello di esaminare le variazioni di regime e esposizione agli incendi in Sardegna, per due periodi specifici: 1980-1994 e 1995-2009. Sono stati analizzati i cambiamenti nel regime degli incendi in relazione ai principali fattori causali ed è stato poi applicato un approccio modellistico, basato sull'algoritmo *minimum travel time*, per stimare i cambiamenti spazio-temporali nell'esposizione agli incendi. La comparazione ha evidenziato: (1) una riduzione significativa nella superficie annua mediamente bruciata; (2) un anticipo di 15 giorni nel picco della stagione degli incendi nel 1995-2009, unitamente ad un incremento nelle temperature primaverili; (3) un aumento dell'esposizione agli incendi nelle interfacce urbano rurali; (4) notevoli variazioni spaziali della *burn probability*, e cambiamenti limitati per l'intensità potenziale degli incendi. La metodologia proposta costituisce un valido processo analitico per quantificare il livello di esposizione e rischio incendi che le comunità e i beni ad alto valore devono affrontare, e per pianificare e gestire i combustibili e il paesaggio al fine di mitigare gli impatti potenziali degli incendi.

Parole chiave: regime ed esposizione agli incendi, rischio incendi, modellistica della propagazione degli incendi, algoritmo MTT, *burn probability*, aree mediterranee.

Keywords: wildfire regime and exposure, wildfire risk, wildfire spread modeling, MTT algorithm, burn probability, Mediterranean areas.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-ol-var>

1. Introduzione

Diversi studi recenti hanno evidenziato che gli incendi sono un problema crescente in molte aree del mondo e, in particolare, che il rischio di incendio e la frequenza di mega-incendi sono aumentati (Moreira *et al.*, 2011; Viegas, 2004; Xanthopoulos, 2007). I fattori che spiegano questa situazione sono diversi, tra i quali l'aumento nella frequenza di condizioni meteorologiche estreme, l'allungamento della stagione degli incendi, l'esodo rurale con un aumento della pressione antropica su coste e città, l'invecchiamento della popolazione rurale, l'abbandono delle campagne, e l'accumulo di combustibili non

gestiti (Brotons *et al.*, 2013; Moreira *et al.*, 2011; Salis *et al.*, 2013, 2014).

L'obiettivo principale del presente lavoro è quello di esaminare le variazioni di regime e esposizione agli incendi in Sardegna dal 1980 al 2009. Il periodo studio è stato suddiviso in due sotto-periodi di 15 anni: il primo dal 1980 al 1994, il secondo dal 1995 al 2009.

Il lavoro è stato strutturato in due parti. Nella prima parte sono stati analizzati i cambiamenti nel regime degli incendi e dei principali fattori causali, ovvero le condizioni meteorologiche, l'uso del suolo, la capacità di soppressione, la distribuzione spaziale e temporale delle insorgenze degli incendi.

Nella seconda parte, è stato utilizzato un approccio modellistico per la simulazione di propagazione e comportamento di incendi, al fine di stimare a scala di dettaglio i cambiamenti spazio-temporali nell'esposizione agli incendi per l'intera isola e per definiti beni di interesse.

2. Metodologia

2.1 Area studio

La Sardegna si colloca nella zona centrale del bacino mediterraneo e ha una superficie di circa 24.000 km². È la seconda isola del Mediterraneo per grandezza e rappresenta bene le tipiche condizioni mediterranee.

La sua orografia è prevalentemente collinare, con una zona montuosa più elevata che raggiunge i 1850 m situata nella zona centro-orientale dell'isola, e due pianure più estese, nel sudovest e nel nordovest della regione.

L'isola è caratterizzata da un clima mediterraneo con precipitazioni medie annue che vanno dai 500 mm nelle zone costiere ai 1200 mm nelle zone montuose, con temperature massime che in estate superano spesso i 30 gradi. I venti più frequenti soffiano da ovest e nord-ovest (Chessa e Delitala, 1997). La vegetazione erbacea (50%) e arbustiva (25%) copre la maggior parte dell'isola; le foreste sono principalmente rappresentate da boschi di latifoglie, principalmente rappresentati da *Quercus ilex* L., *Quercus pubescens* Willd. e *Quercus suber* L. (Tab. 1).

2.2 Dati meteorologici

I dati giornalieri dal 1980 al 2009 relativi alle variabili meteorologiche sono stati raccolti da 11 stazioni meteorologiche (Salis *et al.*, 2014; Tutiempo, 2012); la direzione del vento associata a tutti gli incendi del periodo studio è stata integrata con le informazioni provenienti dal Corpo Forestale e di Vigilanza Ambientale (CFVA) della Sardegna.

2.3 Database storico delle insorgenze di incendio

Il database include, per ogni insorgenza di incendio avvenuta fra il 1980 e il 2009, la data, il comune, le coordinate del punto di insorgenza e la superficie percorsa dall'incendio.

2.4 Capacità di soppressione degli incendi

La capacità di soppressione degli incendi è stata valutata sulla base dei dati disponibili dal 1976 al 2009 (Boni, 2004; Regione Sardegna 1976; <http://www.sardegna-ambiente.it/>), anche se non è stato possibile raccogliere informazioni dal 1977 al 1993 in quanto non disponibili.

2.5 Uso del suolo e tipi di combustibili

Dalla riclassificazione della Corine Land Cover del 1990 e del 2000 (EEA, 2002) sono state ottenute le mappe di uso del suolo rispettivamente per il 1980-1994 e il 1995-2009. Le mappe di combustibile sono state prodotte associando alle macro-categorie della Corine una serie di modelli di combustibile, in parte standard, in parte derivati da misurazioni e campio-

namenti fatti in Sardegna (Tab. 1, Arca *et al.*, 2007, 2009; Pellizzaro *et al.*, 2007; Salis *et al.*, 2013, 2014).

2.6 Simulazioni

Come input spaziali per il simulatore sono state create le mappe topografiche di quota, pendenza ed esposizione e quelle relative alle tipologie di combustibile e alle caratteristiche della chioma (canopy cover, canopy height, crown base height and crown bulk density).

Altro input spaziale, derivato del database storico, è rappresentato dal grid storico di probabilità di insorgenza di incendio, necessario per localizzare spazialmente e temporalmente le insorgenze per le simulazioni seguendo un approccio probabilistico. Per l'umidità del combustibile, la direzione e l'intensità del vento sono stati utilizzati i valori associati alle giornate con gli eventi più rilevanti per i due periodi 1980-1994 e 1995-2009.

Il simulatore utilizzato si chiama RANDIG, ed è una versione a stringa di comando di FlamMap e utilizza il *Minimum Travel Time* (Finney, 2002; Finney, 2006) come algoritmo per la propagazione dell'incendio. Per ognuno dei due periodi sono stati simulati 100,000 incendi.

Gli outputs analizzati sono la *Burn Probability*, la *Conditional Flame Length* e la *Fire Size*. Tutti gli inputs e outputs spaziali sono stati prodotti a una risoluzione di 200 m.

3. Risultati

La Sardegna ha registrato una riduzione sia nel numero d'insorgenze sia nell'area bruciata, soprattutto dopo il 1995 (Fig. 1). Nel caso dell'area bruciata, la riduzione dal 1980-1994 al periodo successivo è stata notevole, passando da circa 60,000 ha annui a 20,000 ha.

Quando alla relazione tra l'area bruciata e il numero d'incendi per classi dimensionali, non ci sono state variazioni significative tra i due periodi per quanto riguarda gli incendi più estesi: il 2% circa degli incendi ha interessato circa il 60% del totale della superficie bruciata. Questi grandi incendi sono spesso guidati dal vento e da condizioni meteorologiche estreme, ovvero principalmente

da alte temperature e bassa umidità relativa. In tali condizioni anche le operazioni di lotta e soppressione degli incendi sono molto difficili e non sempre efficaci.

È stato inoltre osservato un anticipo nel picco della stagione degli incendi (dalla prima metà di agosto nel 1980-1994 alla seconda di luglio nel 1995-2009), soprattutto per quanto riguarda l'area bruciata (Fig. 2).

L'analisi dei trend delle precipitazioni e delle temperature ha permesso di evidenziare che non ci sono state variazioni statisticamente significative. D'altro canto, l'aumento nelle temperature medie, minime e massime di Aprile, Maggio e Giugno dal 1980-1994 al 1995-2009 è risultato statisticamente significativo. I cambiamenti nell'uso del suolo fra i due periodi studio sono stati poco rilevanti (Tab. 1). Nel 1995-2009 si è ridotta la superficie occupata da seminativi e aree agricole di circa 49,000 ettari, mentre la superficie a macchia mediterranea è aumentata quasi della stessa quantità (48,000 ettari). Anche le aree a pascolo erbaceo si sono ridotte di circa

11,000 ettari, controbilanciate da un incremento delle superfici ad aree urbane di 11,600 ettari. La capacità di soppressione degli incendi nell'isola è aumentata notevolmente dopo i drammatici eventi del 1983 (Tab. 2). L'incremento delle risorse utilizzate per la soppressione degli incendi è stato particolarmente rilevante nel secondo periodo 1995-2009, soprattutto dopo l'anno 2000. Riguardo al *pattern* delle insorgenze, si sono osservate notevoli variazioni, con un anticipo delle insorgenze di quindici giorni. Questo anticipo ha caratterizzato buona parte dell'isola, eccetto le zone più legate alle attività pastorali, come per esempio la parte nord-ovest dell'isola, dove gli incendi tardivi sono rimasti un elemento caratterizzante. I risultati relativi alla *Burn Probability* hanno mostrato un calo soprattutto in alcune zone collinari, mentre si è verificato un incremento nelle pianure e nelle aree costiere e urbane (Fig. 3).

Riguardo alla *Fire Size* e alla *Conditional Flame Length* non ci sono stati grandi cambiamenti: tale risultato non è sorprendente poiché questi outputs sono legati alle tipologie di combustibile e alla frequenza di giornate con condizioni estreme.

4. Discussione e Conclusioni

In generale, la comparazione fra 1980-1994 e 1995-2009 in Sardegna ha mostrato una riduzione significativa nell'area annua mediamente bruciata e nel numero di insorgenze (Fig. 1) e un anticipo di 15 giorni nel picco della stagione degli incendi nel secondo periodo in esame (Figura 2).

Questo lavoro ha evidenziato che le variazioni di uso del suolo e delle condizioni meteorologiche non avreb-

bero avuto effetti sulle variazioni nel regime degli incendi.

Il calo nell'area bruciata e nel numero d'insorgenze è stato probabilmente influenzato dal cambiamento nel *pattern* delle insorgenze di incendio e da una maggiore consapevolezza della popolazione sul pericolo del fuoco, insieme al forte miglioramento nella capacità di soppressione degli incendi. L'anticipo nel picco della stagione degli incendi nel 1995-2009 sembrerebbe legato all'incremento nelle temperature primaverili, unitamente alla riduzione degli incendi agro-pastorali che potrebbe essere anche una causa della riduzione nel numero di incendi, in particolare degli incendi tardivi.

Il lavoro ha evidenziato notevoli variazioni spaziali della *Burn Probability*, e cambiamenti limitati per l'intensità e la dimensione potenziale degli incendi. Sovrapponendo le mappe dei valori del 99° percentile della *Burn Probability* con le informazioni vettoriali relative alle interfacce urbano-rurali si è inoltre osservato un leggero spostamento a sud e una concentrazione in certe zone delle province di Oristano e Cagliari (Fig. 4).

La combinazione di analisi empiriche e di strumenti modellistici ha garantito un approccio solido per comprendere le dinamiche spazio-temporali degli incendi nell'isola (Salis *et al.*, 2013).

Questa metodologia permette inoltre di rispondere a diverse esigenze dei pianificatori e dei gestori territoriali, tra le quali lo sviluppo delle linee guida per mitigare gli impatti potenziali degli incendi, l'identificazione delle aree a più alta esposizione, la definizione di priorità di intervento o la valutazione dell'efficienza dei trattamenti del combustibile.

Tabella 1. Tipi di vegetazione derivati dalle mappe della Corine Land Cover del 1990 e del 2000, con incidenza relativa in percentuale e modelli di combustibile usati nelle simulazioni di incendi.

Table 1. Vegetation types derived from Corine Land Cover maps of 1990 and 2000, with the relative incidence in percentage and the associated fuel models used for the wildfire simulations.

<i>Vegetation Type</i>	<i>CLC1990 Incidence (%)</i>	<i>CLC2000 Incidence (%)</i>	<i>Fuel Model</i>
Broadleaf	12.6	12.7	TL3 (Scott and Burgan, 2005)
Conifer	2.8	2.8	TL6 (Scott and Burgan, 2005)
Broadleaf-Conifer Mix	0.6	0.6	TU1 (Scott and Burgan, 2005)
Mediterranean Maquis	26.4	28.3	CM28 (Arca <i>et al.</i> , 2009)
Garrigue	1.1	1.4	CM29 (Arca <i>et al.</i> , 2009)
Herbaceous Pastures	7.2	6.8	CM27 (Arca <i>et al.</i> , 2009)
Grass-Agricultural Lands	43.5	41.4	Mod 1 (Anderson, 1982)
Vineyards, Orchards and Olive Groves	2.2	2.1	Mod 2 (Anderson, 1982)
Sands and Rocks	0.4	0.1	Mod 1 (Anderson, 1982)
Urban Areas	2.3	2.8	NB1 (Scott and Burgan, 2005)
Water Bodies	1.1	1.1	NB8 (Scott and Burgan, 2005)

Tabella 2. Numero di persone e mezzi aerei disponibili durante le più recenti stagioni antincendio in Sardegna.
 Table 2. Number of people and aerial forces available during the most recent fire seasons in Sardinia.

YEAR	TERRESTRIAL FORCES			AERIAL FORCES			
	CFVA	ENTE FORESTE	TOTAL	SMALL HELICOPTERS	LARGE HELICOPTERS	CANADAIRS	OTHER AIRCRAFTS
1976	na	2164	2164*	4			
1990	970	1500	2470*	6		1	
1994	na	na	na	8		2	2
1996	1157	3558	4715	10		4	2
1997	1139	3370	4509	11		4	
1998	1116	3290	4406	12		na	
1999	1110	3390	4500	12		na	
2000	1183	3321	4504	11	2	2	
2001	1044	3555	4599	11	1	2	
2002	979	3535	4514	11	2	2	
2003	1360	3833	5193	12	2	2	
2004	1000	4000	5000	11	3	2	
2006	1041	3601	4642	14	2	2	2
2007	1250	3511	4761	12	2	4	
2008	1353	3344	4697	12	1	3	
2009	1482	3344	4826	13	1	3	

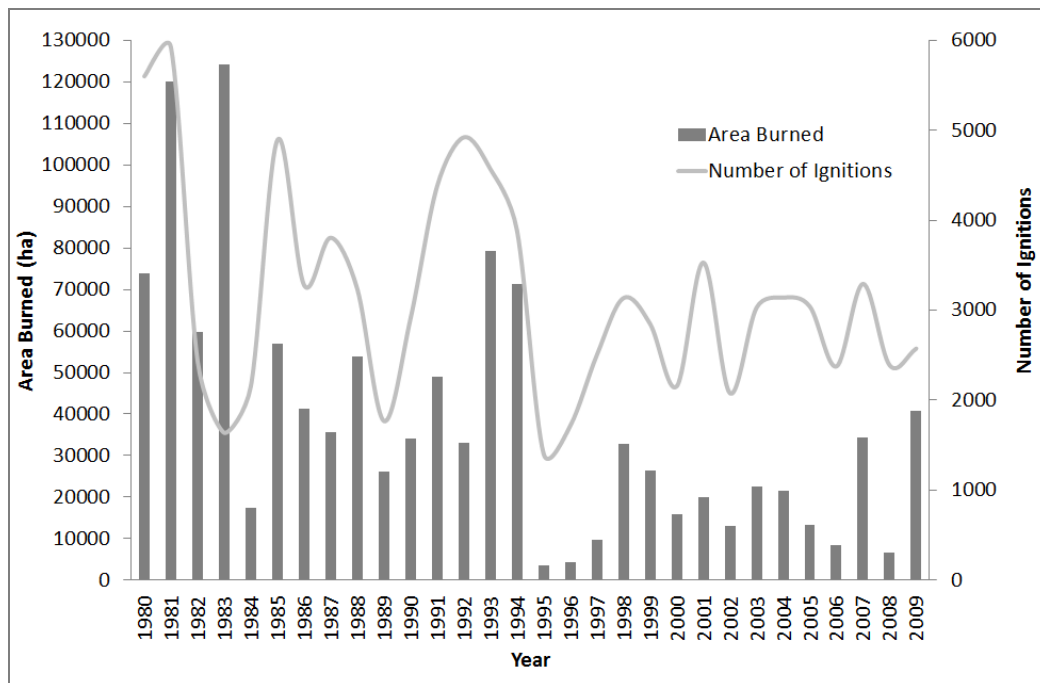


Figura 1. Numero di incendi e area bruciata in Sardegna nel periodo 1980-2009. Dati del Corpo Forestale e di Vigilanza Ambientale della Sardegna (2010).

Figure 1. Historical fire number and area burned in Sardinia for the period 1980-2009. Data from the Sardinia Forest Service (2010).

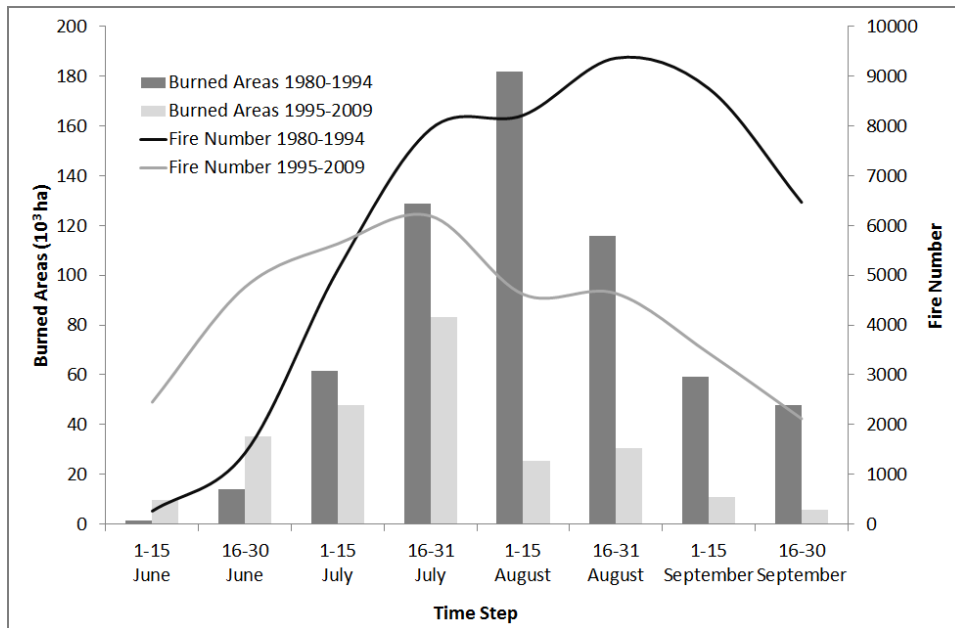


Figura 2. Distribuzione del numero di incendi e dell'area bruciata per time steps di quindici giorni in Sardegna, da Giugno a Settembre, per entrambi i periodi (Dati del Corpo Forestale e di Vigilanza Ambientale della Sardegna (2010).

Figure 2. Distribution of area burned and fire ignition percentage by time steps in Sardinia from June to September, for the two time frames (Sardinia Forest Service, 2010).

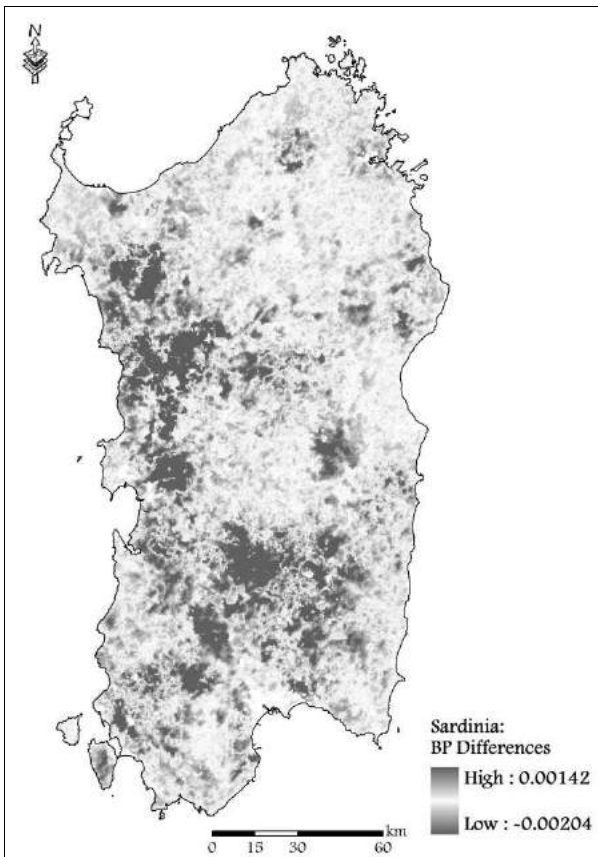


Figura 3. Mappa delle differenze di *Burn Probability* (BP) tra 1995-2009 e 1980-1994.

Figure 3. Map of difference in *Burn Probability* (BP) between 1995-2009 and 1980-1994

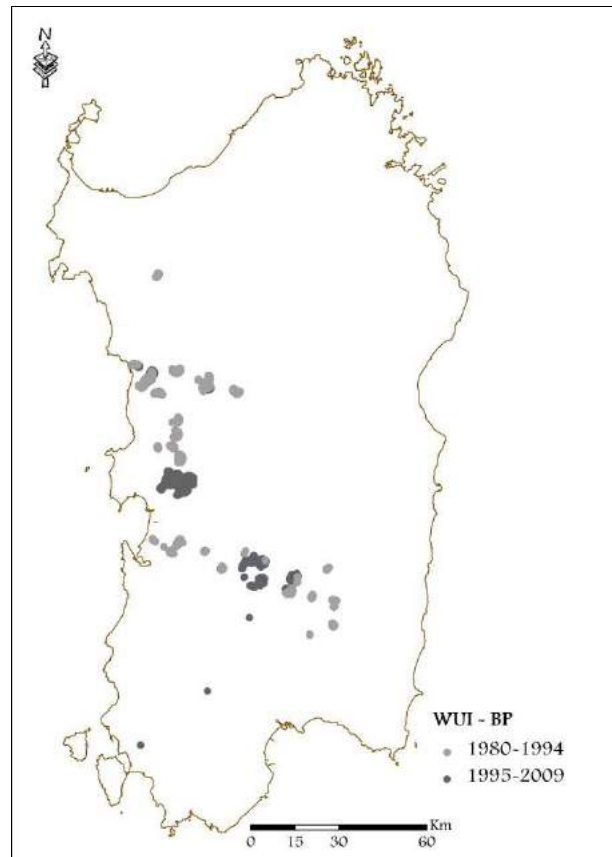


Figura 4. Variazioni nei valori del 99^o percentile della *Burn Probability* (BP) tra 1995-2009 e 1980-1994 per le zone di interfaccia urbano-rurale.

Figure 4. Variations in 99th percentile of *Burn Probability* (BP) values between 1995-2009 and 1980-1994 for wildland urban interfaces.

SUMMARY

Spatiotemporal variations in wildfire regime and exposure for Sardinia, Italy

Over the past decades several studies highlighted the increasing risk in the occurrence of large and severe wildfires as well as significant variation in fire regime *pattern*. In the Mediterranean basin, Sardinia (Italy) has seen a marked reduction in the annual area burned since the 1980s, with a sharp variation in mid-'90s. Despite this downward trend wildfires still cause considerable financial losses, damages to natural ecosystems, accidents and fatalities. Therefore, efficient wildfire exposure and risk estimation as well as prevention and mitigation activities become essential, particularly in a perspective of investments optimization and resources allocation. From this point of view, application of fire spread modeling continues to grow among planners and researchers that require integrated and fine scale risk analyses. The goal of this work was to examine shifts in Sardinia wildfire regime and exposure for two specific periods: 1980-1994 vs 1995-2009. We first analyzed temporal changes in fire regime in relation to the major casual factors, namely weather, land uses and fuels, fire ignitions, and suppression capacity. We then applied mechanistic wildfire simulation modeling, based on the minimum travel time fire spread algorithm, to assess fine-scale spatiotemporal changes in wildfire exposure for the whole island and for selected features of interest. The combined empirical analyses and simulation modeling provided a robust approach for understanding the spatiotemporal wildfire dynamics on the island.

Overall, the comparison between 1980-1994 and 1995-2009 time periods in Sardinia showed: (1) a significant reduction in the average annual area burned; (2) an advance of 15 days for the fire season peak in 1995-2009, as well as an increase in spring temperatures; (3) an increase in wildfire exposure for WUI areas; (4) strong spatial variations in burn probability, and minor changes in potential fire intensity. The methodology proposed provides a consistent analytical process for quantifying the level of exposure and risk that communities and highly valued resources face from wildland fires, and for planning and managing fuels and landscapes to mitigate potential impacts from fire events.

BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

Anderson, H.E., 1982 – *Aids to determining fuel models for estimating fire behavior*. General Technical Report INT-122. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station, 22 p.

Arca B., Duce P., Laconi M., Pellizzaro G., Salis M., Spano D., 2007 – *Evaluation of FARSITE simulator in Mediterranean maquis*. International Journal of Wildland Fire, 16: 563-572.

Arca B., Bacciu V., Pellizzaro G., Salis M., Ventura A., Duce P., Spano D., Brundu G., 2009 – *Fuel model mapping by IKONOS imagery to support spatially explicit fire simulators*. In '7th international workshop on advances in remote sensing and GIS applications in forest fire management towards an operational use of remote sensing in forest fire management.' (Matera, Italy), 4 p.

Boni C., 2004 – *Il fenomeno degli incendi in Sardegna*. In: Atti del Convegno Incendi boschivi e rurali in Sardegna – Dall'analisi delle cause alle proposte di intervento, pp. 9-17. Cagliari, 14-15 May 2004.

Brottons L., Aquilué N., de Cáceres M., Fortin M.-J., Fall A., 2013 – *How Fire History, Fire Suppression Practices and Climate Change Affect Wildfire Regimes in Mediterranean Landscapes*. PLoS ONE, 8(5): e62392. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0062392>

Chessa P.A., Delitala A., 1997 – *Il clima della Sardegna*. In: Collana Note Tecniche di Agrometeorologia per la Sardegna. Ed A Milella.

EEA, 2002 – *Corine land cover update 2000 – Technical guidelines*. European Environment Agency, Technical Report 89. (European Environment Agency: Copenhagen).

Finney M.A., 2002 – *Fire growth using minimum travel time methods*. Canadian Journal of Forest Research, 32: 1420-1424. <http://dx.doi.org/10.1139/x02-068>

Finney M.A., 2006 – *An overview of FlamMap fire modeling capabilities*. In: Fuels Management-How to Measure Success: Conference Proceedings. 28-30 March, Portland, OR. (Comp PL Andrews, BW Butler), USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station Proceedings RMRS-P-41, pp. 213-220

Moreira F., Viedma O., Arianoutsou M., Curt T., Koutsias N., Rigolot E., Barbati A., Corona P.M., Vaz P., Xanthopoulos G., Mouillot F., Bilgili E., 2011 – *Landscape – wildfire interactions in Southern Europe: implications for landscape management*. Journal of Environmental Management, 92: 2389-2402. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2011.06.028>

Pellizzaro G., Duce P., Ventura A., Zara P., 2007 – *Seasonal variations of live moisture content and ignitability in shrubs of the Mediterranean Basin*. International Journal of Wildland Fire, 16: 633-641. <http://dx.doi.org/10.1071/WF05088>

Regione Sardegna, 1976 – *Piano Regionale di Difesa Antincendi* (Legge 1-3-1975 n. 47).

Salis M., Ager A.A., Arca B., Finney M.A., Bacciu V., Duce P., Spano D., 2013 – *Assessing exposure of human and ecological values to wildfire in Sardinia, Italy*. International Journal of Wildland Fire, 22 (4), 549-565. <http://dx.doi.org/10.1071/WF11060>

Salis M., Ager A.A., Finney M.A., Arca B., Spano D., 2014 – *Analyzing spatiotemporal changes in wildfire regimes and exposure across a Mediterranean fire-prone area*. Natural Hazards, 71 (3): 1389-1418. <http://dx.doi.org/10.1007/s11069-013-0951-0>

Scott J.H., Burgan R.E., 2005 – *Standard fire behavior fuel models: a comprehensive set for use with Rothermel's surface fire spread model*. General Technical Re-

port RMRS-GTR-153. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, 72 p.
Tutiempo Network S.L., 2012 – *Clima en Italia*.

<http://www.tutiempo.net/clima/Italia/IT.html>
Viegas D.X., 2004 – *High mortality*. *Wildfire*, 13: 22-26.
Xanthopoulos G., 2007 – *Olympic Flames*. *Wildfire*, 16: 10-18. <http://www.sardegnaambiente.it/>

SESSIONE / *SESSION* 7

POSTERS

CROWN TRANSPARENCY AND 'BUTT ROT' IN SILVER FIR (*ABIES ALBA* MILL.) IN MIDDLE ITALY

Fabrizio D'Aprile¹, Nigel Tapper^{1,2}, Marco Marchetti²

¹Monash University, School of Earth, Atmosphere, and Environment, Clayton Campus, Wellington Rd, Melbourne, Australia; fabrizio.daprile@monash.edu

²Laboratory of Natural Resource and Environmental Planning, Dept. of Bioscience and Territory, Pesche (IS), Italy

Crown transparency is known as one of the main indicators of stress/suffering of forest trees. In silver fir (*Abies alba* Mill.) 'butt rot' is a severe disease complex that affects the tree by causing progressive internal decay from the roots to the trunk. However, little research is available on the diffusion and spreading of 'butt rot' in silver fir forests, and the relationships between crown transparency and 'butt rot', at least in Italy. If we assume that high crown transparency indicates weakness and/or stress of trees, which may also be reflected in tree growth, 'butt rot' may be related in that it takes advantage of tree weakness. On the other hand, if 'butt rot' is a primary cause of tree weakness and/or suffering it could lead to crown transparency instead. However, in both assumptions some kind of association is expected to emerge if the two phenomena are related. Thus, we tested whether any relationships occurs between crown transparency and 'butt rot' in two silver fir forests in the Tuscan Apennine Alps (Middle Italy). Preliminary results show that 'butt rot' is highly spread in silver fir stands (up to 70% of trees), but appears little associated with crown transparency and relative humidity within the stem; some correlation may be present between fir size and crown transparency. Thus early results suggest that crown transparency may not be an appropriate indicator for diffusion and gravity of 'butt rot' in a context where this severe disease strongly affects silver fir. Further research and monitoring of the spreading of 'butt rot' and its relationship with climatic/environmental stressors on silver fir forests is necessary under the evidence of the high incidence of the disease, and appropriate indicators for monitoring.

Keywords: silver fir, crown transparency, butt rot, forest management.

Parole chiave: abete bianco, trasparenza della chioma, "cuore bagnato", gestione forestale.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-fd-cro>

1. Introduction

Climate analysis conducted on trends and changes in temperature and rainfall during the 20th century in the Tuscan Apennine Alps (Middle Italy) (D'Aprile *et al.*, 2010; D'Aprile *et al.*, 2012) has highlighted the possibility that those changes may impact on the growth and/or health conditions of silver fir (*Abies alba* Mill.).

In this scenario, identifying appropriate indicators to investigate relationships between stress symptoms, which are frequently caused by climate adverse conditions, and phytopathological conditions, is a necessary step that contributes to the understanding of climatic-environmental impacts on forests.

The presence of the 'butt rot' pathology - a severe complex disease that develops within the trunk - in silver fir has been known for some time. Nonetheless, little research on the potential effects of a changing climate on the diffusion and intensity of 'butt rot' is available. Actually, research quantifying spreading, incidence, and especially the relationships between 'butt rot' and climatic variability is largely absent, although climatic alterations may have an impact on the intensity and/or spreading of this serious disease complex.

Therefore, it is of great importance to investigate the relationships between changing climate conditions and the diffusion and incidence of 'butt rot' in silver fir forests for the conservation and management of the species and associated biodiversity.

To test occurrence of 'butt rot' directly against climate and environmental variables is very difficult, therefore, we used crown transparency as a proxy for tree growth and viability, where climate variability is assumed to be one of the main drivers of silver fir growth and stress. Actually, crown transparency is expected to be associated to tree growth, and healthier trees are expected to grow faster. In other words, denser crowns would correspond to faster growing and/or healthier trees and indicate better climatic-environmental conditions, and vice versa. If so, crown transparency might be an indicator of 'butt rot' spread and incidence. Our research shows that this may not necessarily be so.

2. Materials and methods

2.1 Stress indicators and tree diseases

In recent decades, crown transparency has been considered one of the main symptoms of stress or damage in

silver fir. It has been frequently used as an indicator to monitor suffering or stress of forest species from the local to the European level.

One of the most important ecophysiological features related to stress conditions of forest trees is viability. In this research we assume that crown transparency and tree growth may be related, in the aim of understanding whether there are relationships between silver fir growth, crown transparency, and a severe pathological condition. One of the advantages of crown transparency as an indicator is that symptoms develop through years. So, they can show adverse conditions that persist from the medium to the long term. It can also be noted that crown transparency is different from crown defoliation or loss of needles/leaves, which are frequently caused by episodic or short-term events.

From a phytopathological point of view, the presence of 'butt rot', a severe alteration within the stem, is known to affect silver fir over a period of time. In advanced stages of wood alteration, the degraded tissues form a humid inner column in the stem that can develop into a liquid phase with leaking (Figure 1). 'Butt rot' is a complex disease or a symptomatology of various factors such as the fungi *Armillaria* spp. and *Heterobasidion annosum*. *Heterobasidion annosum* (Fries.) Bref. is known to be an agent of wood degradation that starts from the roots; the genus *Armillaria* has been reported as a factor that can influence the dynamics of many types of mountain forest in Europe.

2.2 Measurements

In 2010, eight transects were established in the forests of Camaldoli (Arezzo, Tuscany) and Vallombrosa (Florence, Tuscany) in the Tuscan Apennine Alps (Middle Italy). These forests are managed respectively by the Italian Forestry Corps - UTBs (Regional Offices for Biodiversity of Pratovecchio (Arezzo) and Vallombrosa (Florence), respectively); measurements were carried out in June in four transects in each forest. Variability of exposure among transects was limited as much as possible; the southern exposure dominates at Camaldoli (CAM) and the northern at Vallombrosa (VAL). The UTM coordinates, upper and lower elevation, prevailing exposure and maximum slope of each transect were each determined. The respective values are shown in Table 1.

Measurements of Leaf Area Index (LAI) were made using a Li-Cor LAI2000. More accurate values were obtained by a viewing cone opening as narrow as 7°, which focuses on the upper part of the crown.

A Protimeter Timbermaster (Sheen Instruments) was used to measure the *relative humidity of timber* (RH) under bark (5 vertical measurements taken through the point of coring on two sides of the tree and perpendicular to the maximum slope).

In addition, the following were measured:

-Height (H), diameter (D) to 1.30m, social position and cross sectional characteristic of each stem. The cross section of the stem was divided into three subsections from the centre (S_c), where S_1 is the section from the centre up to 1/3 of the radius, S_2 is between 1/3 and 2/3 from the centre, S_3 is the outer third, and S_m is the average of the sections;

- Class of wood degradation with intermediate values of 0.5;

- Ray in centimetres. Ray instead of diameter was used, since the development of *butt rot* (BR) in the cross-section of the stem is frequently asymmetrical and there could be differences in the relationships between extension of *butt rot* and length of ray on the two sides of the stem;

- Regarding BR, we did not find any research that has developed an experimental classification suitable for the aims of this research. Thus, we experimented with a field classification of the internal rot of the stem:

1: a) Presence of mechanical alteration in spring wood rings;

2: a) + b) Easy, partial detachment or cleavage of rings without breakage of the sample;

3: a) + b) + c) Easy breakage and detachment of the core sections examined;

4: a) + b) + c) + d) Swelling and torsion of series of rings; rings only partially recognizable;

5: a) + b) + c) + d) + e) Fragmentation, high fragility, crumbling.

The respective frequency distribution was identified in classes 1, 2, ..., n and the prevailing characteristics were summarized as classes of wood degradation.

Once the different frequency distributions were identified, the dominant characteristics were summarized in classes of timber degradation (BR) (Tab. 2).

2.3 Methods

The relationships between LAI, RH, and BR in the cross section of the stem at the level of both the class of distance from the stem centre (S_x) and their average along the ray, were tested by statistical analysis.

These parameters were also tested against height (H), diameter (D), and social position (SP). The statistics used were:

- Pearson's linear correlation and correlation matrices;

- Simple and multiple linear regression;

- Non-parametric regression;

- Polynomial regressions of the 2nd and 4th grade.

In linear regressions, BR was calculated as a quantitative and a qualitative variable.

3. Preliminary results

3.1 Incidence of butt rot in the sampled forests

Results show the poor health condition of silver fir at all the study sites (Tab. 3). Despite a high range of variability among sites, the average high-medium level of damage shown by BR is 40.3% at Camaldoli (CAM) and 30.5% at Vallombrosa (VAL). The low-medium level of damage - including just the presence of BR - shows an average 70.0% at CAM and 48.7% at VAL.

3.2 Transparency of the canopy

The density of foliage is 25%-30% higher at CAM compared to VAL (Tab. 4). LAI variability between transects within each forest appears moderate. The comparison of the mean LAI of transects with the mean LAI estimated by averaging the LAI of individual trees in the transect appears to be lower on average by 15% at VAL and 20% at CAM.

3.3 Crown transparency and butt rot

LAI is not correlated with BR for any transect (Tab. 5) except for CAM204, where correlation between LAI and BR is inversely proportional in S_2 ($r = -0.65$) and S_3 ($r = -0.49$), and VAL317 where LAI shows inverse correlation ($r = -0.47$) with respect to BR in S_1 . Thus, LAI appears negatively correlated with the mean value of BR in some subsections of tree cross-section in three out of eight transects. This would suggest that the increase in intensity of the internal decay of the stem might correspond to a reduction in crown transparency (CT). However, in the other five transects the observed absence of correlation would indicate that CT is somehow not representative of the presence and/or level of BR. For example, the presence of correlation between LAI and BR appears doubtful in VAL521 where no significant correlation is shown at the level of cross-subsections (S_x). However in transect VAL317, the presence of an inverse correlation between BR and LAI occurs only in S_1 ; as this datum is not corroborated by other data, it does not appear sufficiently reliable to provide definitive indications. A possible actual relationship between LAI and BR may exist in S_2 and S_3 at CAM204. However, this is a single case and therefore it unlikely represents the general condition.

Thus, the hypothesis a relationship between mean values of BR and CT appears to be inconsistent although denser crowns may sometimes be associated to lower levels of BR.

3.4 Crown transparency and relative humidity of the stem

Results show that the correlation between LAI and RH is not significant except for a few transects (Tab. 6). These include CAM42, where LAI shows a correlation coefficient with RH of about -0.55 in S_c and S_1 , and CAM291 where the coefficient is -0.38 in S_3 . However, in general significant correlation between LAI and RH is not shown, even for CAM291. In CAM42, some inverse relationships between LAI and RH seem to occur in S_c and S_1 . Therefore the main indication is that some 'random' causes appear only in two sampling areas out of a total of eight (only 3 cases out of a total of 32 by using S_x). Thus the data would indicate that LAI and RH are not associated, at least in the sampled areas.

3.5 Crown transparency and size of fir

3.5.1 Tree height

LAI appears moderately and inversely associated with tree height (H) in transects at CAM (Table 6), except for CAM180, which shows a positive correlation between LAI and H. No correlation is found at VAL except at VAL317 where the correlation is high, negative ($r = -0.79$), and significant (p -value <0.0001). Thus, a trend of higher transparency of crown with increase of H appears at CAM. In general, results would suggest that various causes may contribute: a) greater rate of longitudinal growth such as in the best site classes; b) differential density of fir stands and variable intraspecific competition; c) greater CT for taller trees, which have crowns more exposed to direct radiation, winds, adverse meteorological conditions, and pollutants.

3.5.2 Tree diameter

LAI tends to be moderately and negatively correlated with diameter (D) in about 60% of transects (Table 6); among them, CAM180 stands out because the correlation is positive. Presence and absence of correlation in transects appear to be equally distributed between CAM and VAL. In other words, it appears that when association between CT and D occurs, higher diameters tend to have higher transparency of crown in both sites.

3.6 Butt rot and relative humidity

The relationship between RH and BR does not show significant correlation in the sub-sections (S_x) of the stem except for two cases. Correlation is positive in S_3 at CAM204 and negative at VAL472, where BR at the centre of the stem increases with decreasing RH in S_3 . However, these cases seem to be odd and unlikely to influence the prevalent result. A moderate correlation between BR and RH appears in VAL317 instead, with the level of RH in S_1 and S_2 moderately and positively associated with BR in S_c , S_1 , and S_2 . On average, no significant correlation (Pearson's r) between RH and BR is observed in most transects (6 out of 8), except for CAM291 ($r = 0.66$, p -value <0.0001) and VAL317 ($r = 0.48$; p -value 0.003), that are transects at lower elevation in the respective forests. Moreover, this correlation is also absent at CAM291. Thus, at this stage preliminary results would indicate absence of correlation between intensity of BR and RH with respect to the corresponding S_x .

3.7 Butt rot and size of fir

3.7.1 Tree height

On average, BR and H do not show correlation, with the exception of a moderate correlation at VAL615 (coefficient r is 0.37; p -value is 0.028). Some positive correlations that vary from moderate to low-moderate seem to emerge between H and BR in S_x .

3.7.2 Tree diameter

No association between BR and D occurs in transects, with the exception of few cases, where some correlation appears in individual subsections (S_x). Although larger diameters in silver fir stands tend to correspond to higher growth rates, this result would suggest that silver fir size and rate of growth may be of little importance in the development and/or severity of BR.

4. Summary of results

Crown transparency

CT does not appear associated with RH within the stem. It is moderately and positively correlated to diameter in about half of transects and moderately and positively related to the height of fir trees at CAM but not at VAL. The BR average in cross-section of the stem is not associated with the RH average of the stem and even with the diameter. In some cases, a weak positive correlation between BR and tree height occurs in some subsections of the stem. Average RH is not associated with tree height. In some cases, a weak positive correlation with tree height is observed in some subsections

of the stem. Association of average RH with diameter is limited except under bark, where it shows very high levels in all the silver fir trees.

5. Unexpected relationships

In the study area, BR shows concerning incidence and frequency (Table 5). Variability of LAI within forests (Table 4) would confirm the LAI as an indicator of stress or viability. Absence or weakness of statistical relationships between CT, BR, and size (Tables 5 and 6) of silver fir prevails in the sampled areas. This feature may indicate significant and important aspects for management and conservation of silver fir forests, especially under increasing climatic-environmental pressure. The poor correlation between CT and BR suggest that CT would be a poor indicator to monitor, estimate, or show the distribution, incidence, and progression of BR in silver fir forests. However, further research is needed to confirm these results, and it may also be necessary to find more indicators to investigate the relationships between CT and BR. The low significance of association between BR and size of silver fir would suggest investigating to a deeper level the possible types of correlation with forest management factors. Another aspect emerging from this research is the weak, or even absent, correlation between RH inside the stem and CT, which would suggest that silver fir trees with higher levels of CT are not necessarily associated with higher or lower humidity of trees. This may also reflect on the estimation of the risk of flammability by CT.

This preliminary research shows results that may have implications for forest management under changing climate conditions. The research explores tree health-environmental relationships in a relatively limited geographical area. Therefore, the relationships observed – perhaps extending to other variables – will need to be confirmed in other forests and regions. For example, the analysis of the distribution of the standard error (Figure 1) would confirm the need for more analysis to identify the type of pattern of interdependence between size of silver fir and RH.

6. Conclusions

This stage of the research directs attention to the monitoring of relationships between widely used tree stress or suffering indicators such as LAI and the symptoms of a severe pathology of silver fir, that is BR. Tree size data were also considered as they are fundamental for forest planning and management. The preliminary results of this research indicate that management of silver fir needs to carefully consider the interactions between type of management, silviculture,

and stress factors (i.e., climatic and environmental changes).

6.1 Future research development

The extension of this research to other regions and/or species is critical for the effective monitoring and assessment of the relationships between serious diseases and stress indicators for sustainable forest management, and for the mitigation and adaptation of forest management to impacts of climate change. In this context, future research may be informed by the outcomes of our current research. They can be summarized as follows:

- Verifying the relationships between growth rate and BR at wider scale;
- Monitoring the relationships between growth rate and CT;
- Investigating the distribution and incidence of both BR and CT in relation to forest dynamics;
- Identifying the effects of forest management on the growth rate of silver fir by observing the influence of climate variability during time and vulnerability of silver fir to drought;
- Estimating the degree of flammability in silver fir with respect to fire risk in relation to climate trends, including the humidity in the trunk.

6.2 Aims of future research

The results obtained and future research can contribute to develop types or models of management and silviculture, aiming to:

- a) improve the management of pure and mixed silver fir stands to improve stress tolerance and resilience to impacts of climatic and environmental conditions that are highly variable through time;
- b) develop predictability models for reduction of growth, wood degradation, and mortality, to aid in forest planning and management;
- c) check the distribution of the growth rate for age class, diameter, and social position, condition of the crown and/or incidence and level of wood degradation within the stem in relation to forest dynamics;
- d) implement the measurement or estimation of stress indicators and/or symptoms as ordinary practices in forest management.

This would set a database for the identification of relationships between different factors; this can be used to improve points a), b), and c).

Preliminary results and the potential for further research have strengthened our interest and willingness to deepen this research. Thus, the aim would be to verify the relationships between CT, spreading of BR, and mortality rates to develop and apply predictive models of forest dynamism under climatic and environmental impacts (Beck, 2009).

Table 1. UTM coordinates, elevation of each transect, prevailing exposure, and average slope of the transects at CAM and VAL. Elevation is m. asl.

<i>Parcel</i>	<i>UTM</i>	<i>Elevation</i>	<i>Exp.</i>	<i>Slope</i>
VAL317	1704930-4846095	824	350°	15%
VAL474	1705447-4845690	914	350°	10%
VAL521	1706428-4845816	1134	344°	46%
VAL612	1705159-4845005	1068	20°	60%
CAM291	1726606-4853128	1054	44°	44%
CAM180	1727816-4853993	1229	256°	74%
CAM204	1726878-4854240	1025	165°	26%
CAM042	1725860-4855237	1147	130°	106%

Table 2. Classification of the level of degradation of BR and the cross section of the stem (S_x) starting from the center (S_c). Intermediate classes in BR are referred to as differences 0.5 (e.g., medium-light BR = 1.5).

<i>Section</i>		<i>BR</i>	
<i>%</i>	S_x	<i>Decay</i>	<i>Class</i>
<5	C	No	<0.5
5-35	1	Light	1
35-65	2	Moderate	2
>65	3	High	3
		Rotten	4
		Incoherent	5

Table 3. Frequency of the presence of BR of grade greater than 2 ($BR > 2$) and greater than 1.5 ($BR > 1.5$) in at least one of the subsections of the cross sections of the stem (S_c, S_1, S_2, S_3) in transects at CAM and VAL.

<i>Transect</i>	$BR > 2$	$BR > 1.5$
CAM142	61.1%	83.3%
CAM291	52.8%	91.2%
CAM180	36.1%	72.2%
CAM204	11.1%	33.3%
Mean	40.3%	70.0%
VAL472	47.2%	66.7%
VAL615	33.3%	66.7%
VAL521	22.2%	30.6%
VAL317	19.4%	30.6%
Mean	30.5%	48.7%

Table 4. LAI in the transects at CAM and VAL in June 2010. *Mean* is the average value given by the instrument, *transect* is the average value calculated as a mean of individual firs.

	<i>Mean</i>	<i>Transect</i>
CAM296	5.4	9.1
CAM180	8.0	8.7
CAM204	5.9	6.6
CAM42	6.9	8.0
Mean	6.5	8.1
VAL317	4.8	5.9
VAL474	5.7	6.4
VAL521	5.6	6.7
VAL628	4.7	5.3
Mean	5.2	6.1

Table 5. Pearson correlation coefficients of LAI compared to RH and BR in transects. RH: mean value; BR: mean value. Correlations that are not statistically significant are indicated by “ns”.

LAI								
	CAM 42	CAM 180	CAM 204	CAM 291	VAL 612	VAL 317	VAL 472	VAL 521
RH	-0.41	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
BR	n.s.	n.s.	-0.57	n.s.	n.s.	-0.39	n.s.	-0.36

Table 6. Correlation coefficient (Pearson’s r) between LAI, H, D, and SP in transects. The values are averages obtained by the measurement of individual fir trees. The lack of statistical significance shown is as ‘ns’.

LAI								
	CAM 42	CAM 180	CAM 204	CAM 291	VAL 612	VAL 317	VAL 472	VAL 521
H	-0.40	0.43	-0.37	-0.47	n.s.	-0.79	n.s.	n.s.
D	-0.41	0.34	n.s.	-0.43	n.s.	-0.35	n.s.	-0.61
SP	0.45	n.s.	n.s.	0.39	0.38	0.51	n.s.	0.73

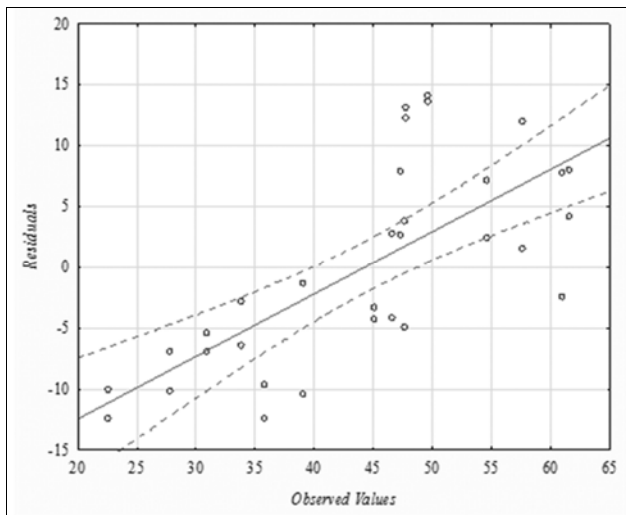


Figure 1. Residual error distribution (y-axis) versus observed values (x-axis) in the multiple linear regression of D (dependent variable) with respect to RH in subsections from S_c to S₃ (independent variables) in transect CAM204.

RIASSUNTO

Trasparenza della chioma e marciume interno del tronco dell’abete bianco (*Abies alba* Mill.) nell’Appennino toscano

La trasparenza della chioma è nota come uno dei principali indicatori di stress o sofferenza degli alberi forestali. Nell’abete bianco (*Abies alba* Mill.) il “cuore bagnato” (patologico) è una grave malattia complessa che affligge la pianta causando un progressivo marciume interno dalle radici al fusto. Tuttavia, la disponibilità di ricerche sulla diffusione ed espansione del “cuore bagnato” nelle foreste di abete bianco e sulle relazioni tra trasparenza delle chioma e “cuore bagnato” appare scarsa, almeno in Italia. Se assumiamo che un’alta trasparenza della chioma indica debolezza e/o stress dell’albero, che può riflettersi anche sull’accrescimento, il “cuore bagnato” può risultare correlato in caso che si

manifesti in conseguenza della debolezza dell’albero. Oppure, il “cuore bagnato” può essere una causa primaria della debolezza e/o sofferenza della pianta che porta alla trasparenza della chioma. In entrambe le assunzioni, qualche forma di associazione è probabile che emerga se i due fenomeni sono correlati. Pertanto, abbiamo verificato se qualche relazione è presente tra trasparenza della chioma e “cuore bagnato” in due foreste ad abete bianco sull’Appennino toscano. I risultati preliminari mostrano che il “cuore bagnato” è altamente diffuso nelle abetine (fino al 70% delle piante) ma sembra scarsamente associato alla trasparenza della chioma ed all’umidità relativa interna del fusto; qualche relazione si nota fra dimensioni dell’abete e trasparenza della chioma. Così, i risultati preliminari suggeriscono che la trasparenza della chioma può non essere un indicatore adatto della diffusione e gravità del “cuore bagnato” in un contesto dove questa seria malattia colpisce l’abete bianco in modo elevato. Ulteriori ricerche - ed

il monitoraggio - sulla espansione del “cuore bagnato” sono necessarie nell’evidenza dell’alta incidenza della malattia, le sue relazioni con gli stress climatico-ambientali delle foreste di abete bianco, ed gli indicatori adatti per il monitoraggio.

BIBLIOGRAPHY

- D’Aprile F., Tapper N., Baker P., Bartolozzi L., Bottacci A., 2012 – *Changes in the relationships between climate and silver fir (Abies alba Mill.) growth during the 20th century in the Tuscan Apennine Alps (Middle Italy)*. Geophysical Research Abstracts. Vol. 14, EGU2012-425-1. EGU General Assembly, Vienna.
- D’Aprile F., Alisciani F., Barbati A., Marchetti M., Pettenella D., 2011 – *The Italian Forests: Strategies for mitigation and adaptation to climate change*. In: Environmental Task Force for the International Year of Forests. Min. for Agr., Food, and For. Policy, Nat. Inst. of Agr. Econ., and Nat. Rural Network. Rome, Italy.
- D’Aprile F., Tapper N., Baker P., Bartolozzi L., 2010 – *Variability in trends of monthly mean temperature amongst sites in the Tuscan Apennine Alps*. Geophysical Research Abstracts. Vol. 12, EGU2010-5681-3, EGU General Assembly, Vienna.
- Beck W., 2009 – *Growth patterns of forest stands - the response towards pollutants and climatic impact*. iForest 2: 4-6 [online: 2009-01-21] URL: <http://www.sisef.it/iforest/show.php?id=472d>

DRONE: UN NUOVO STRUMENTO PER IL MONITORAGGIO DEL VERDE URBANO?

Matteo Feducci¹, Luca Poli¹, Andrea Laschi², Cristiano Foderi², Antonio Esposito¹, Paolo Capretti¹

¹Università degli Studi di Firenze, Dipartimento di Scienze delle Produzioni Agroalimentari e dell'Ambiente, Firenze, Italia; matteofeducci@gmail.com

²Università degli Studi di Firenze, Dipartimento di Gestione dei Sistemi Agrari, Alimentari e Forestali, Firenze, Italia

Gli aeromobili a pilotaggio remoto (APR), noti come droni, attualmente sono impiegati in molti settori civili. Anche in campo scientifico si stanno valutando le possibilità d'impiego in varie discipline quali la geomatica, le scienze faunistiche, in campo agrario per trattamenti alle colture, per studi di botanica ed ecofisiologia, e per la diagnosi di patologie vegetali. In questa esperienza, condotta su una pianta di *Sophora japonica* monumentale, sita in un giardino privato nel comune di Firenze, è stata valutata la possibilità di utilizzare un APR leggero munito di apparato video ad alta risoluzione, per acquisire informazioni utili alla realizzazione di un'analisi VTA per valutare la stabilità della pianta. La pianta è stata osservata da terra da un operatore e contemporaneamente un secondo tecnico ha effettuato le stesse valutazioni con l'ausilio del drone. Dal confronto delle due valutazioni emerge che il drone è un utile strumento per implementare la raccolta d'informazioni, di facile impiego e dai costi di acquisto/gestione contenuti, soprattutto se paragonato all'impiego di piattaforme o di *tree climbers* per un numero elevato di piante. Esso può facilmente sorvolare la pianta fornendo una visione panoramica dei luoghi e acquisire informazioni in merito a difetti o problematiche fitosanitarie altrimenti invisibili da terra anche con l'uso del binocolo. I limiti riscontrati all'utilizzo degli APR per tali attività sono legati alla struttura della chioma della pianta valutata, che, se particolarmente complessa, può ostacolare il volo o le riprese della videocamera.

Parole chiave: drone, aeromobile a pilotaggio remoto, APR, monitoraggio, verde urbano, VTA.

Keywords: drone, unmanned aerial vehicle, UAV, monitoring, urban forestry, VTA.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-mf-dro>

1. Introduzione

Un aeromobile a pilotaggio remoto (APR), comunemente noto come drone, è un mezzo aereo privo di un pilota a bordo che, invece, dirige le manovre da terra mediante opportuni sistemi di controllo. Nati per scopi bellici, hanno recentemente trovato largo impiego anche in applicazioni civili, grazie alla cresciuta affidabilità della componentistica elettronica e alla maggior facilità di pilotaggio, anche da parte di personale non specializzato. Oggigiorno hanno assunto la connotazione di un oggetto ludico e la loro crescente diffusione ha portato all'emanazione da parte dell'Ente Nazionale per l'Aviazione Civile (ENAC) di un regolamento, entrato in vigore dal 30 aprile 2014, che ne disciplina l'utilizzo. Il regolamento suddivide gli APR in base alla forma, in aeromobili a struttura planare, analoghi ad aerei ed aeromobili ad eliche, simili ad elicotteri. Sulla base del peso in ordine di volo, lo stesso documento, individua APR e APR leggeri, utilizzando come valore soglia 25 kg. In esso si fa menzione di quali siano i limiti di utilizzo in funzione degli spazi aerei sorvolati in relazione alla categoria di drone in uso e alle competenze minime necessarie per il pilotaggio. Le principali applicazioni civili sono legate alla sicurezza, ai monitoraggi ambientali (Amici *et al.*, 2013; Grenz-dorffer *et al.*, 2008), al soccorso, al telerilevamento, nonché all'uso cinematografico/televisivo. Sempre più

frequentemente i droni si affermano come oggetti ludici, ne sono la prova i numerosi modelli acquistabili presso aziende che fino ad oggi producevano aeromodelli, i quali tuttavia hanno acceso un dibattito in merito alla diffusione delle immagini catturate in relazione alla *privacy* dei cittadini. Attualmente si ritiene che gli APR leggeri possano contribuire ad una rivoluzione nel campo dell'acquisizione dei dati ambientali (Anderson e Gaston, 2013) poiché permettono di rilevare dati a scala spaziale e temporale appropriata allo studio.

Per tali ragioni sono state intraprese numerose sperimentazioni nei campi della geomatica, con esperienze di telerilevamento per la realizzazione di modelli digitali del terreno o per la produzione di mappe a varia scala (Perez *et al.*, 2013; Tahar *et al.*, 2011), in ambito faunistico, aeromobili dotati di videocamere standard o ad infrarossi, sono stati utilizzati per il censimento della fauna terrestre e marina (Jones *et al.*, 2006; Koski *et al.*, 2009), in campo agricolo, droni muniti di varie tipologie di sensori sono stati utilizzati sulle colture, per l'agricoltura di precisione (Lelong *et al.*, 2008; Zhang e Kovacs, 2012) e nuovi sistemi automatizzati sono in fase di sperimentazione per la distribuzione di agrofarmaci (Huang *et al.*, 2009), o per interventi in regime di lotta biologica. Nel campo della ecofisiologia, APR dotati di sensori specifici, sono stati utilizzati per acquisire dati di piante interessate da fenomeni di stress (Zarco-Tejada *et*

al., 2009; Zarco-Tejada *et al.*, 2012), nella patologia vegetale diagnosi in quota sono state condotte con l'ausilio di APR leggeri (Ancic *et al.*, 2014) e, nell'ambito della prevenzione e monitoraggio degli incendi boschivi, sono stati approntati specifici progetti di studio (Ollero *et al.*, 2006).

2. Scopo del lavoro

Nel presente lavoro si è valutata la possibilità di utilizzare un APR leggero, come strumento per il monitoraggio delle piante arboree del verde urbano, per la verifica della sicurezza e stabilità. In questo contesto l'APR è stato utilizzato come per acquisire maggiori informazioni sui difetti della pianta per le porzioni in quota della chioma, nell'ottica della metodologia d'indagine VTA (Mattheck e Breloer, 1994).

3. Materiali e metodi

Nel presente caso di studio è stato impiegato un APR leggero, del peso complessivo in ordine di volo prossimo ai 2 kg. Il velivolo è realizzato con un telaio a traliccio con struttura mista di ergal e carbonio. Dotato di sei motori elettrici (esacottero), è alimentato da una batteria elettrica da 5000 mAh con un'autonomia di volo di circa 25 minuti e comandato da una centralina NAZA V2 con ricevitore GPS integrato. L'apparato fotografico è composto da una videocamera GoPro3+ ad alta risoluzione, montata su un sistema ammortizzante motorizzato Gimbal Brushless orientabile sull'asse verticale. La videocamera è autofocus ed è capace di acquisire durante la ripresa video, anche immagini in *time-lapse* ad intervalli preimpostati dall'operatore. Il sistema di pilotaggio remoto è costituito da un telecomando a 9 canali a 2.4 GHz, interfacciato con un monitor da 7" che riceve in diretta, tramite antenna radio, le immagini acquisite dalla videocamera montata sul drone. I costi di acquisto, per APR simili a quello impiegato, comprensivi di un corso base di pilotaggio per la formazione del pilota, variano tra i 3,500 ed i 4,000 Euro. La pianta oggetto del monitoraggio è una *Sophora japonica* di età stimata tra gli 80 e i 100 anni, ubicata in un giardino di un'abitazione privata fiorentina, che assume particolare interesse per i proprietari, in quanto ritenuta "monumentale" e riportata su testi riguardanti la città di Firenze (Gerini, 2006). I rilievi sono stati condotti a terra da un operatore seguendo il metodo VTA ed in seguito integrati e comparati con osservazioni, immagini e video, acquisite in quota con l'impiego dell'APR. I voli sono stati effettuati in data 14 febbraio 2014, momento in cui la pianta presentava le prime emissioni fogliari, ma priva della chioma completamente sviluppata, al fine di ridurre il rischio durante le operazioni di volo. Il volo ispettivo dell'albero è stato condotto dal pilota dell'APR affiancato da un tecnico valutatore che indirizzava la rotta e verificava le zone osservate direttamente sul monitor da 7" montato sul radiocomando. È stato inoltre realizzato un secondo volo panoramico, ad una quota di circa 40 m da terra, per acquisire informazioni sulla posizione della pianta nel giardino e nel complesso urbano. Per un confronto

diretto delle informazioni raccolte, due operatori a terra muniti di binocolo, osservavano le stesse porzioni di pianta, monitorate dal drone.

4. Risultati

4.1 Rilievi a terra

La sofora ha una circonferenza di 3,90 m ed un'altezza complessiva di 22 m, con portamento tendenzialmente dritto, priva di un'evidente inclinazione. La prima biforcazione del fusto nelle due grosse branche principali, si verifica a 3 m da terra. L'inserzione della chioma è individuabile a circa 6,50 m di altezza, punto in cui si registra una importante ramificazione delle branche. Osservando la proiezione della chioma, si nota un'asimmetria di 4,90 m in direzione Nord, 7,30 m verso Est, 9 m a Sud e 6,80 m guardando ad Ovest. Rispetto alle piante contigue o nelle immediate vicinanze l'individuo di sofora sovrasta tutte le altre presenti e supera in altezza alcuni edifici limitrofi (Fig. 1).

4.2 Rilievi in quota

Nel momento delle osservazioni, la pianta presentava vistosi disseccamenti diffusi in varie porzioni della chioma. Il volo ispettivo ha rivelato che alcune porzioni della pianta, pur manifestando una rigogliosa vegetazione, nascondono numerosi difetti tecnico-strutturali come depressioni della corteccia, cavità, cretti e lesioni, poco o del tutto invisibili da terra anche con l'ausilio di un binocolo (Fig. 2 e 3). Molte della cavità osservate si sono sviluppate in corrispondenza di pregresse potature sommariamente eseguite o di intensità eccessiva che la pianta non ha efficacemente cicatrizzato.

5. Conclusione

Nella valutazione di stabilità è importante effettuare un'analisi accurata di ogni porzione dell'albero, poiché anche parti di esso possono arrecare gravi danni a manufatti o persone in caso di cedimento. Nel contesto urbano il fattore "sicurezza" deve essere perseguito come obiettivo primario al fine di tutelare l'incolumità dei cittadini. Nella pratica comune le osservazioni sulle porzioni più alte delle piante sono eseguite da terra con l'ausilio di binocoli o cannocchiali. Soltanto in casi di piante di elevata importanza storica-culturale-paesaggistica, è ipotizzabile l'impiego di piattaforme elevatrici o di esperti *tree climbers*, tuttavia l'elevato costo delle operazioni di monitoraggio ed i lunghi tempi di lavoro necessari, condizionano frequentemente i controlli a tappeto in quota, soprattutto per i vasti patrimoni arborei normalmente affidati alle Pubbliche Amministrazioni. Inoltre nel caso dell'impiego di *tree climbers*, si espone gli operatori ad un rischio elevato legato alla precarietà delle condizioni di lavoro.

Con l'impiego degli APR leggeri i tempi di monitoraggio ed i rischi per gli operatori risultano sensibilmente ridotti, rispetto alla casistica convenzionale. Si ritiene inoltre, alla luce della presente esperienza, che l'impiego dei droni come strumenti nella gestione del verde urbano, permetta di ammortare i costi di verifica senza diminuire la qualità delle informazioni raccolte.

Le immagini o i filmati acquisiti, racchiudono molteplici informazioni, quali elementi per la valutazione delle condizioni fitostatiche, fitosanitarie e la presenza di difetti strutturali, in grado di soddisfare molteplici necessità. Restano comunque da valutare i limiti di applicabilità di tali apparecchi, sia in funzione della specie vegetale considerata, caducifoglie o sempreverdi, sia rispetto alla struttura della ramificazione, poiché alberi con chiome molto folte e fittamente intricate, sono poco esplorabili con gli APR.

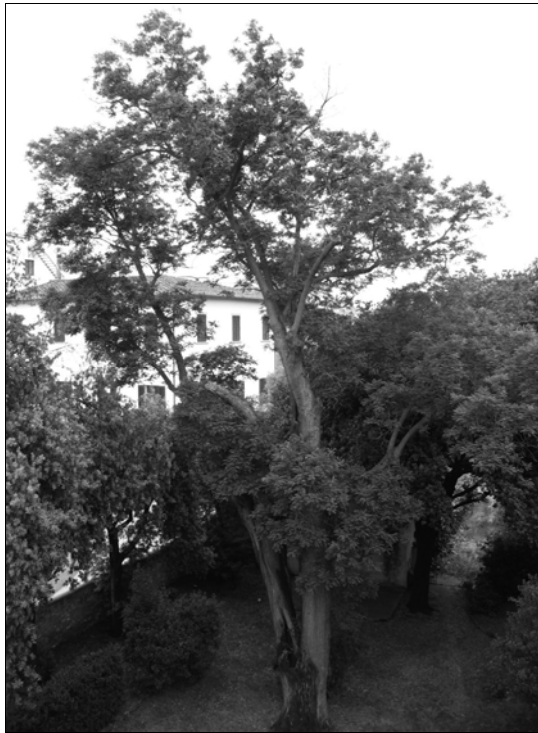


Figura 1. Immagine della *Sophora japonica* oggetto del monitoraggio.

Figure 1. View of the *Sophora japonica* monitored in the study.

SUMMARY

Drone: a new tool in the urban forest monitoring?

Unmanned aerial vehicle (UAV), known as drone, are used in a growing number of civil applications. Recently several researches try to evaluate the use of drone in some matters as the geomatics, the management of wildlife, to treat crops, in ecophysiological or botanical studies or to phytopathology diagnosis. Aim of the study was to evaluate the use of a light UAV equipped by a HD resolution camera, to VTA analysis concerning a monumental *Sophora japonica* in a private Florence garden. The tree was evaluated by a first technician on the ground using a binoculars while a second had the same work with the aid of the drone. By the comparison of two observations we concluded that light UAV is a helpful tool to improve the quality of the information collected during VTA method. It is cheaper and it has a low cost of

Nel prossimo futuro sarà necessario valutare le limitazioni legislative, attualmente in fase di definizione da parte di ENAC, per l'impiego dei droni in aree pubbliche a fini commerciali e non, che vincoleranno al rilascio di opportune autorizzazioni al volo, oltre ad una certificazione dell'apparecchio e del pilota. Ad oggi tuttavia la normativa appare ancora in evoluzione, pertanto gli autori del presente lavoro si riservano di approfondire tale tematica al momento di una revisione organica e definitiva.



Figura 2. Carie di alcuni rami rilevate dal drone.
Figure 2. Decay of some branch seen by drone.



Figura 3. Carie sul fusto rilevata dal drone.
Figure 3. Decay of trunk seen by drone.

management compared to intensive use of platforms or tree climbers. Drone is able to fly over the canopy to acquire large scale images of the surrounding spaces. It can be used to collect information about plant injuries or phytosanitary problems that could not be seen by ground also using binoculars. The use limits of light UAV observed during this study concern the canopy structure, because twisted branches hinder the flying or the camera view.

BIBLIOGRAFIA

- Amici S., Turci M., Giammarco S., Spampinato L., Giulietti F., 2013 – *UAV thermal infrared remote sensing of an Italian mud volcano*. *Advances in Remote Sensing*, 2: 358-364
<http://dx.doi.org/10.4236/ars.2013.24038>
- Ancic M., Pernar R., Bajic M., Seletkovic A., Kolic J., 2014 – *Detecting mistletoe infestation on Silver fir*

- using hyperspectral images. *iForest* 7: 85-91 [online 2013-12-18]
<http://www.sisef.it/iforest/contents/?id=ifor1035-006>.
- Anderson K., Gaston K.J., 2013 – *Lightweight unmanned aerial vehicles will revolutionize spatial ecology*. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 11: 138-146. <http://dx.doi.org/10.1890/120150>
- Enac, 2013 – *Regolamento “Mezzi aerei a Pilotaggio Remoto” - Edizione 1 del 16 dicembre 2013*.
https://www.enac.gov.it/La_Normativa/Normativa_Enac/Regolamenti/Regolamenti_ad_hoc/info122671512.html
- Gerini B., 2006 – *Vivere Firenze...Il quartiere 2*. Aster Italia, pp. 565.
- Grenzdorffer G.J., Engel A., Teichert B., 2008 – *The photogrammetric potential of low-cost UAVs in forestry and agriculture*. *The International archives of the photogrammetry, remote sensing and spatial information science*, XXXVII Part B1: 1207-1213.
- Huang Y., Hoffman W.C., Lan Y., Wu W., Fritz B.K., 2009 – *Development of a spray system for an Unmanned Aerial Vehicle platform*. *Applied engineering in Agriculture*, 25 (6): 803-809.
<http://dx.doi.org/10.13031/2013.29229>
- Jones IV G.P., Pearlstine L.G., Percival H.F., 2006 – *An assessment of small unmanned aerial vehicles for wildlife research*. *Wildlife Society Bulletin*, 34 (3): 750-758.
[http://dx.doi.org/10.2193/0091-7648\(2006\)34\[750:A A OSUA\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.2193/0091-7648(2006)34[750:A A OSUA]2.0.CO;2)
- Koski W.R., Allen T., Ireland D., Buck G., Smith P.R., Macrander A.M., Halic M.A., Rushing C., Sliwa D.J., McDonald T.L., 2009 – *Evaluation of an unmanned airborne system for monitoring marine mammals*. *Aquatic mammals*, 35 (3): 347-357.
- Lelong C.C.D., Burger P., Jubelin G., Roux B., Labbé S., Baret F., 2008 – *Assessment of unmanned aerial vehicles imagery for quantitative monitoring of wheat crop in small plots*. *Sensor*, 8 (5): 3557-3585.
<http://dx.doi.org/10.3390/s8053557>
- Mattheck C., Breloer H., 1994 – *Field guide for visual tree assessment (VTA)*. *Arboricultural journal*, 18: 1-23.
- Ollero A., Martinez-de-Dios J.R., Merino L., 2006 – *Unmanned aerial Vehicles as tools for forest-fire fighting*. V International Conference on Forest Fire Research D.X. Viegas (Ed.), 2006.
- Perez M., Agüera F., Carvajal F., 2013 – *Low cost surveying using an unmanned aerial vehicle*. *International archives of the photogrammetry, remote sensing and spatial information sciences*, XL-1/W2: 311-315.
<http://dx.doi.org/10.5194/isprsarchives-XL-1-W2-311-2013>
- Tahar K.N., Ahmad A., Akib W.A.A.W.M., Udin W.S., 2011 – *Unmanned aerial vehicle technology for large scale mapping*.
- Zarco-Tejada P.J., Berni J.A.J., Suárez L., Sepulcre-Cantó G., Morales F., Miller J.R., 2009 – *Imaging chlorophyll fluorescence with an airborne narrow-band multispectral camera for vegetation stress detection*. *Remote sensing of environment*, 113: 1262-1275.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.rse.2009.02.016>
- Zarco-Tejada P.J., González-Dugo V., Berni J.A.J., 2012 – *Fluorescence, temperature and narrow-band indices acquired from a UAV platform for water stress detection using a micro-hyperspectral imager and a thermal camera*. *Remote sensing of environment*, 117: 322-337.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.rse.2011.10.007>
- Zhang C., Kovacs J.M., 2012 – *The application of small unmanned aerial systems for precision agriculture: a review*. *Precision agriculture*, 13: 693-712.

INFLUENZA DEGLI ALBERI FUORI FORESTA SUL PAESAGGIO AGRO-FORESTALE

Marco Ottaviano¹, Daniela Tonti¹, Paolo Di Martino¹, Gherardo Chirici², Marco Marchetti¹

¹Dipartimento di Bioscienze e Territorio, Laboratorio Natural Resources and Environmental Planning, Università degli Studi del Molise, Pesche (IS); ottaviano@unimol.it

²Dipartimento di Gestione dei Sistemi Agrari, Alimentari e Forestali (GESAAF), Università degli Studi di Firenze, geoLAB Laboratorio di Geomatica, Firenze (FI)

Si stima che la metà delle aree agricole mondiali (più di 1 miliardo di ettari) presenti una copertura arborea superiore al 10% costituita in gran parte da alberi fuori foresta (AFF): alberi sparsi, filari stradali e ripariali e piccoli nuclei boscati, che svolgono molteplici e diversificate funzioni. Tra le più rilevanti si ricorda la produzione di legname da opera e da ardere, la produzione di foraggio e di ricovero per le greggi, i positivi effetti nella mitigazione dei cambiamenti climatici attraverso lo stoccaggio di gas a effetto serra, la protezione del suolo dai dissesti idrogeologici e la protezione della qualità delle acque, la conservazione della biodiversità animale e vegetale. Nel contesto scientifico nazionale e internazionale si è affermato il concetto di connettività degli ambienti naturali e semi-naturali come un indicatore chiave del livello di naturalità e di biodiversità a scala di paesaggio. Sono stati selezionati due contesti paesaggistici del Molise: uno a forte vocazione silvo-pastorale (Alto Molise) (25000 ettari) e uno a forte vocazione agricola (Basso Molise) (27000 ettari). È stato eseguito un censimento cartografico di tutti gli AFF, il pattern paesistico della superficie forestale con e senza l'inclusione degli AFF è stato esaminato attraverso un'analisi di morfologia spaziale (MSPA), che ha evidenziato un diverso ruolo svolto dagli AFF sulla connettività degli ambienti naturali e semi-naturali nei due contesti analizzati. In basso Molise gli AFF sono elementi di potenziale connettività, mancando vere e proprie aree *Core*, mentre in Alto Molise svolgono funzioni di connessioni tra patch anche di notevoli dimensioni.

Parole chiave: Alberi Fuori Foresta, paesaggio, connettività.

Keywords: Tree Outside Forest, landscape, connectivity.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-mo-inf>

1. Introduzione e obiettivi

Il termine alberi fuori foresta (AFF) (ToF trees outside forest) è nato come neologismo nell'ambito della FAO *Expert Consultation on Global Forest Resources Assessment* 2000 nel 1996 il cui obiettivo era di valutare la disponibilità d'informazioni sui temi delle risorse forestali (Paletto *et al.*, 2006). Per una vera definizione di AFF si fa riferimento alla codifica FAO FRA2000 (FAO, 2001), recepita anche dall'attuale INFC (*Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali del Carbonio*) e per cui per AFF si intendono gli alberi non appartenenti alla categoria "terre forestali" e "altre terre boscate" e gli alberi su terre aventi le caratteristiche di Foresta e Altre Terre Boscate ma rientranti nei casi seguenti:

- Superficie inferiore a 0,5 ha, oppure:
- Alberi capaci di raggiungere un'altezza di almeno 5 m a maturità in situ ma con densità inferiore al 5%, oppure:
- Gli alberi che non raggiungono un'altezza di 5 m a maturità in situ ma con densità inferiore al 10%, oppure:
- Formazioni lineari e riparie di meno di 20 m di larghezza.

La presenza degli AFF può essere riscontrata in una vasta gamma di paesaggi antropici e con diversi pattern spaziali (FAO, 2013a), nelle aree agricole in particolare

forniscono diversi beni e servizi ambientali. Essi possono fornire legname (per uso diverso), foraggio o prodotti alimentari. I servizi ambientali che forniscono riguardano la protezione delle acque, la prevenzione dall'erosione dei suoli, la protezione dalle condizioni meteorologiche avverse, la mitigazione dei cambiamenti climatici, la conservazione della biodiversità, infine, la loro presenza può fornire ulteriori servizi socioculturali (inclusi valori estetici e psicologici) (Paletto e Chincarini, 2012). Da qui si deduce come gli AFF all'interno dei paesaggi non solo agricoli rivestono un ruolo importante rappresentando una risorsa multifunzionale (Paletto *et al.*, 2006). L'importanza economica, sociale e ambientale degli AFF alle diverse scale: locale, nazionale e internazionale è ancora più evidente nell'attuale situazione dei cambiamenti climatici a scala globale (FAO, 2013a).

La caratterizzazione quali-quantitativa degli AFF diventa quindi utile ai fini di valorizzarne il ruolo e quantificarne anche il contributo in termini di servizi ecosistemici per una corretta e sostenibile gestione territoriale integrata (Corona *et al.*, 2009). La FAO ha posto l'accento sull'importanza del monitoraggio (stato e cambiamenti nel tempo) degli AFF dalla scala internazionale a quella nazionale e sub-nazionale, alla scala regionale e aziendale (FAO, 2013b).

I criteri definizione degli AFF sono spesso molto diversi, basandosi di solito sull'uso del suolo e/o criteri di copertura di quest'ultimo, con valutazioni di solito a scala nazionale o sovranazionale. Mancano del tutto delle valutazioni a scala locale, regionale o sub-regionale. Inoltre, molte delle valutazioni a scala nazionale sono realizzate prevalentemente solo per soddisfare gli obblighi che tali paesi hanno giacché membri delle Nazioni Unite e firmatari di una o più delle tre convenzioni internazionali relative alle foreste, alberi e altre risorse biologiche (UNFCCC, CBD 1992, UNCCD). Un recente studio (Zomer *et al.*, 2009) ha dimostrato l'importanza degli AFF su scala globale, in particolare di quelli localizzati su terreni agricoli. Circa 10 milioni di km² di superficie agricola (46% del totale dei "terreni agricoli" mondiali) presenta una copertura arborea superiore al 10%. Numerosi paesi europei, tra i quali Francia e Gran Bretagna (Wong, 2001; Belouard, 2002), ed extraeuropei, come il Ghana (Asamoah-Boateng, 2003) hanno sviluppato metodi di raccolta dati per stime sugli AFF. In Italia sono stati in passato realizzati due inventari degli AFF a scala locale, uno concentrato sui filari di piante da legno della pianura lombarda ed emiliana (Lapietra *et al.*, 1985) ed uno avente come oggetto le formazioni boscate lineari del Piemonte (Giannetti *et al.*, 2004). Più recentemente è stato realizzato un lavoro sulle formazioni lineari e dei boschetti in Lazio, Marche, Toscana e Umbria su base inventariale (Paletto *et al.*, 2006) e un altro lavoro in cui si è analizzato il ruolo che le formazioni lineari in particolare svolgono nella conservazione di habitat e di specie nella Regione Veneto, considerando l'analisi di alcuni indicatori MCPFE (Paletto e Chincarini, 2012). Non è stato però finora indagato il ruolo che gli AFF svolgono nella connettività tra gli habitat a scala di paesaggio. In questo lavoro si è voluta eseguire una prima indagine sul ruolo svolto dagli AFF (filari, boschetti) nella connettività tra gli habitat in paesaggi agro-forestali confrontando due territori della Regione Molise, il primo a forte vocazione forestale e il secondo a forte vocazione agricola. Il lavoro ha previsto la mappatura degli AFF presenti, la classificazione del pattern spaziale forestale dei due territori ed il calcolo e l'analisi di un indice di connettività a scala di paesaggio.

2. Materiali e metodi

L'area di studio corrisponde a due diversi territori della Regione Molise che differiscono per l'uso del suolo principale (Fig. 1). Esse hanno una superficie simile e circoscritta da limiti amministrativi comunali. La prima area definita Alto Molise (25300 ha), è localizzata in una zona della Regione in cui l'indice di boscosità è di circa l'1% (0.68) (Chirici *et al.*, 2011). L'area è posta a Nord-Ovest, a confine con la Regione Abruzzo ed è prevalentemente montuosa. Essa comprende i limiti di sette amministrazioni comunali: San Pietro Avellana, Vastogirardi, Carovilli, Roccasicura, Pietrabbondante, Pescocostanzo e Chiauci. Il bosco in quest'area rappresenta il 35% della superficie totale analizzata. La restante parte di territorio è costituito da prati stabili e da foraggiere

per il 34% della superficie totale, dai cespuglieti (10% circa) e dalle aree a vegetazione rada (7% circa).

La seconda area, definita Basso Molise, ha una superficie di circa 27100 ha, è caratterizzata da un paesaggio prevalentemente collinare a matrice agricola (circa l'83% dell'intero territorio), che degrada man mano che ci si avvicina alla costa, solo il 2% di superfici boscate e ambienti semi-naturali. Cinque sono i Comuni che la delimitano: Montenero di Bisaccia, Petacciato, Termoli, San Giacomo degli Schiavoni e Campomarino.

La prima fase del lavoro è consistita nella mappatura degli AFF realizzata in ambiente GIS, per fotointerpretazione di ortofoto digitali a colori ADS40 del 2007 individuando e delimitando i gruppi di alberi o boschetti non appartenenti alle categorie "foreste" o "altre terre boscate" secondo le seguenti soglie minime:

- superficie minima 50 m²;
- alberi sparsi capaci di raggiungere un'altezza di almeno 5 m a maturità in situ e con densità non inferiore al 10%;
- formazioni forestali lineari (FFL) e le formazioni riparie di larghezza inferiore a 20 m e lunghezza minima di 50 metri.

Per agevolare il lavoro di fotointerpretazione, gli AFF sono stati mappati all'interno di una maglia esagonale di 1 km², per un totale di 671, mascherando le categorie forestali con la Carta delle Tipologie forestali della Regione Molise (scala 1:10000) (Chirici *et al.*, 2011).

I filari e i boschetti sono stati rispettivamente acquisiti come polilinee e poligoni. Agli elementi lineari è stato in seguito applicato un buffer topologico variabile in base alla larghezza del filare (di 5, 10, 15 o 20 metri).

La mappatura degli AFF è stata quindi integrata con la mappa delle tipologie forestali per le due aree d'indagine.

Il set di dati vettoriali è stato poi trasformato in un set di dati di tipo raster con risoluzione spaziale di 5 metri, sulla cui base per le due aree è stata svolta l'analisi morfologica del pattern spaziale forestale con gli AFF e senza gli AFF, inseriti nel paesaggio attraverso l'utilizzo dell'algoritmo dell'analisi morfologica spaziale (MSPA *Morphological Spatial Pattern Analysis*) presente in GUIDOS (Vogt, 2009). Esso classifica il pattern spaziale del paesaggio forestale in sette classi principali: *core*, *edge*, *perforation*, *bridge*, *loop*, *branch* e *fleck* (o *islet*). Le *core area* (o aree centrali) e le *fleck* o *islet* (o patch) in un'ottica di rete ecologica ne rappresentano i nodi (Vogt, 2009).

In questo lavoro è stata posta una profondità del margine di 100 metri così come definito per l'analisi del pattern spaziale forestale nell'ambito del progetto *Linking and harmonizing forest spatial pattern analyses at European, national and regional scales for a better characterization of forest vulnerability and resilience* (Tonti *et al.*, 2010).

Il pattern spaziale forestale delle due aree di studio è stato dunque analizzato quantitativamente e sono stati confrontati i risultati della classificazione del paesaggio con e senza la presenza degli AFF.

L'analisi della connettività a scala di paesaggio per le due aree di studio e per i due paesaggi (con e senza l'inserimento degli AFF) è stata sempre eseguita con GUIDOS trasformando il risultato della MSPA in network e utilizzando come approccio la teoria dei grafi

(Saura e Torné, 2009). Una rete è costituita da “*nodi*” (rappresentati dalle *core area* e dalle patch isolate) e “*link*” (rappresentati dagli elementi classificati come *bridge* nella MSPA, che connettono le aree core). Gli altri elementi classificati nella MSPA sono ignorati nel network. Un insieme di *nodi* e *link* viene definito come “*componente*” (o regione connessa) e in esso esiste un percorso tra ogni coppia di nodi (Vogt, 2009). La connettività funzionale a scala di paesaggio è stata analizzata considerando l’indice di probabilità di connettività (PC) definito da Saura e Rubio nel 2010. Questo indice definisce la probabilità che due punti posti a caso all’interno del paesaggio cadono negli habitat che sono tra loro raggiungibili perché interconnessi, dato un set di *n* patch di habitat e di link (connessioni dirette) tra loro e dato da:

$$PC = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_i \times a_j \times p_{ij}^*}{A_L^2} = \frac{PC_{num}}{A_L^2} \quad (1)$$

Dove: a_i and a_j sono gli attributi delle *patch* i e j che in questo studio rappresentano la loro superficie in ettari. A_L è il valore massimo dell’attributo del paesaggio (che in questo caso è tutta la superficie dell’area di studio che comprende sia gli habitat, sia le aree non di habitat). Il prodotto della probabilità di un percorso (dove per percorso s’intende una sequenza di *patch* in cui nessuna di esse è visitata più di una volta) è il prodotto di tutti i valori di probabilità diretta di dispersione p_{ij} per tutti i *link* nel percorso. p_{ij}^* è il massimo prodotto di probabilità di tutti i possibili percorsi tra le *patch* i e j (inclusa la dispersione diretta tra le *patch*) (Saura e Rubio, 2010). L’importanza della connettività in questo studio è stata calcolata come percentuale della variazione dell’indice di probabilità di connettività (dPC_k) calcolato rimuovendo dal paesaggio ogni volta un singolo elemento (Saura e Rubio, 2010):

$$dPC(\%) = \frac{PC - PC_{removal}}{PC} \times 100 \quad (2)$$

Dove: PC è l’indice di probabilità di connettività quando l’elemento del paesaggio è presente e $PC_{removal}$ è il valore dell’indice dopo la rimozione di un singolo elemento (cioè dopo la perdita di un certo habitat dal paesaggio). Nella teoria della conservazione e delle reti ecologiche si dovrebbero proteggere i siti (habitat) con il più alto valore di dPC (Saura e Hortal, 2007).

Alla dPC totale contribuiscono tre diverse componenti:

$$dPC_k = dPC_{intra_k} + dPC_{flux_k} + dPC_{connector_k} \quad (3)$$

Dove: dPC_{intra_k} misura la connettività all’interno della *patch* stessa (connettività *intrapatch*), mentre dPC_{flux_k} e $dPC_{connector_k}$ misurano la connettività tra le patch relativa ad un certo elemento k del paesaggio (Saura e Rubio, 2010). Mentre un *link* può contribuire alla connettività della rete solo attraverso la componente $dPC_{connector_k}$ di questa formula, un certo habitat sarà più o meno importante (cioè avrà un valore più o meno elevato di dPC_k) a seconda di una o più di queste

frazioni, dipendendo dalle loro caratteristiche intrinseche e dalla loro posizione topologica all’interno del network di paesaggio (Saura e Rubio, 2010). In questo studio, è stato preso in considerazione solo il contributo della componente $dPC_{connector_k}$ per le due aree di studio e paesaggi indagati.

3. Risultati

Secondo la Carta delle Tipologie Forestali della Regione Molise (Chirici *et al.*, 2011) la superficie forestale presente nelle due aree di studio indagate ammonta rispettivamente a 17000 ha per l’Alto Molise e 1020 ha per il Basso Molise. La copertura degli AFF (formazioni lineari e boschetti) mappati per fotointerpretazione nelle due aree ammonta rispettivamente a 360 ha per l’Alto Molise e a 420 ha per il Basso Molise. La percentuale sul totale di superficie analizzata degli AFF mappati è simile tra le due aree (1.4% per l’Alto Molise e 1.5% per il Basso Molise). In entrambe le aree, la scala di dettaglio cui è stata eseguita la mappatura degli AFF (sulla base delle soglie adottate) ha consentito di individuare tutti gli elementi lineari e i boschetti, anche di superficie ridotta (prossimi alla soglia di 0.5 ha di superficie, soglia minima per la classificazione di foresta). Aggiungendo le formazioni fuori foresta alla mappa delle tipologie forestali per le due aree di studio, il paesaggio si mostra maggiormente frammentato (Fig. 2).

I risultati della MSPA per le due aree e per i due *pattern* spaziali esaminati (foresta e foresta con AFF) sono riportati nelle tabelle 1. Per l’area di studio dell’Alto Molise le superfici delle diverse classi di *pattern* spaziale mappate da GUIDOS rivelano un leggero incremento nelle aree centrali (*core area*) nel paesaggio in cui sono stati considerati gli AFF. In questo paesaggio aumenta la superficie dei potenziali elementi di connessione all’interno del network (*bridge* e *bridge in edge*) e diminuisce la superficie delle aree di margine (*edge*). In Basso Molise il confronto tra i due *pattern* di paesaggio mostra anche qui un leggero incremento di superficie nelle *core area*, ma una forte crescita delle superficie delle *patch* singole (*islet*), mentre gli elementi di collegamento (*bridge*) quasi raddoppiano. Dal diagramma si nota come le *core area* del Basso Molise rappresentino solo il 4% della superficie analizzata. Nella situazione in cui gli AFF sono aggiunti alla copertura forestale la loro distribuzione sul totale diminuisce a causa dell’elevato incremento delle *patch* isolate (*islet*). In questo paesaggio gli elementi lineari sono inferiori ai boschetti, che rappresentano la maggior parte degli AFF cartografati, che si distribuiscono in maniera sparsa in tutta l’area analizzata. Essi a volte sfiorano la soglia del mezzo ettaro di superficie, ma non raggiungono dimensioni idonee a essere classificati nella MSPA come *core area* a causa della profondità del margine imposta di 100 metri. In Alto Molise la distribuzione percentuale delle *core area* subisce solo minime variazioni se al paesaggio si aggiungono gli AFF, mentre la distribuzione spaziale delle altre classi rimane pressoché simile. Gli elementi del *pattern* del paesaggio classificato dalla MSPA di GUIDOS, che rappresentano elementi di collegamento tra aree centrali (*core area*),

sono le formazioni lineari classificate come *bridge*. In una rete ecologica essi rappresentano il percorso diretto e potenzialmente migliore, per i movimenti tra due aree centrali. In Figura 3 è riportato un dettaglio del *pattern* spaziale forestale senza e con l'inserimento nel paesaggio degli AFF per l'area del Basso Molise. Gli AFF mappati sono frammenti della vegetazione ripariale. Tali formazioni lineari vanno fisicamente a connettere le poche aree classificate come centrali. L'analisi della probabilità di connettività dei vari elementi del *network* mappati per le due aree di studio e per i due paesaggi (con e senza l'aggiunta degli AFF alla copertura forestale) rivela come l'inserimento degli AFF all'interno del paesaggio produce un incremento del numero delle componenti per entrambe le aree di studio considerate come mostrato in Figura 4.

In particolare, per il paesaggio dell'Alto Molise senza AFF, le componenti sono 43 e diventano 80 con l'aggiunta degli AFF, mentre per il Basso Molise, nel paesaggio senza AFF le componenti sono 17 e diventano 40 con la loro inclusione (Fig. 4). La comparazione dei valori dell'indice dPC per i nodi e i link di ciascun *network* analizzato mostra l'incremento dell'importanza dei nodi in Alto Molise quando gli AFF sono presenti nel paesaggio, mentre l'importanza dei link nella connettività di paesaggio resta circa la stessa (Tab. 2). L'analisi dell'indice dPC per il Basso Molise mostra come i valori massimi si hanno per la parte dPCLink. In quest'area, pochi habitat centrali (nodi) sono disponibili e la loro importanza nella connettività è relativamente bassa in quest'ambiente agricolo, dove sono invece molto più importanti gli elementi di connessione (link).

Per l'Alto Molise, per entrambi i paesaggi confrontati, l'importanza nella connettività per i nodi è simile, crescendo leggermente nella situazione con gli AFF. Nel Basso Molise, poiché nel paesaggio c'è una scarsa presenza di nodi, la presenza dei *link* diventa fondamentale per il mantenimento della connettività a scala di paesaggio tra essi come rilevato dai più alti valori di dPCLink.

4. Discussioni

Considerando l'analisi del *pattern* spaziale forestale eseguita per l'Alto Molise, il confronto tra i due paesaggi (con e senza l'inserimento degli AFF) ha rivelato la diminuzione considerevole dei rami (*branch*) e dei margini (*edge*), mentre le aree centrali sono rimaste sostanzialmente invariate.

La diminuzione di queste classi nel paesaggio in cui sono considerati gli AFF è spiegata dalla trasformazione dei rami in corridoi (*bridge*). La presenza degli AFF in questo paesaggio favorisce la diminuzione della frammentazione, come dimostrato dalla diminuzione delle aree di margine e l'aumento delle connessioni dirette tra gli habitat centrali (*core area*), dimostrato ulteriormente dall'aumento della loro superficie e della superficie dei cosiddetti anelli (*loop* e *loop in edge*), elementi che si diramano dalle core e ritornano a riconnettersi a esse, come mostrato in Figura 3. Per il Basso Molise invece, il confronto dei due paesaggi rivela che l'inserimento degli AFF porta a un elevato incremento (di circa il 97%) delle *patch* isolate (*islet*), mentre la distribuzione delle

superfici degli altri elementi resta simile tra i due. Queste *patch* non hanno le sufficienti dimensioni per rappresentare delle *core*, ma possono rappresentare degli *stepping stones* per il raggiungimento degli habitat centrali in un tale paesaggio agricolo. Il confronto tra i due *network* considerati per le due aree di studio rivela che in entrambe, la presenza degli AFF nel paesaggio provoca l'aumento del numero delle componenti (insieme di *link* e nodi). Generalmente questo risultato dovrebbe essere interpretato come un aumento della frammentazione degli habitat a scala di paesaggio, ma in questo caso esso è solo dovuto alla presenza di nuovi elementi nel paesaggio e non alla separazione degli habitat esistenti. L'analisi comparativa dell'indice di probabilità di connettività (PC) ha mostrato come l'inserimento degli AFF nel paesaggio montano dell'Alto Molise migliori la connettività delle core già presenti. Nel paesaggio agricolo considerato (Basso Molise) gli AFF diventano nuovi elementi forestali con la propria connettività interna (*intrapatch*). La bassa presenza di aree centrali rende molto importante la connettività per quegli elementi, tale che la loro perdita potrebbe incidere fortemente sulla connettività degli habitat a scala di paesaggio come dimostrato dagli elevati valori di dPCLink.

5. Conclusioni

La mappatura degli AFF è fondamentale per quantificare e monitorare i cambiamenti dell'intera risorsa forestale presente in una regione per tutte le ragioni che abbiamo discusso in precedenza in questo lavoro. L'analisi del *pattern* spaziale delle superfici forestali e di queste con l'aggiunta degli AFF mappati ha consentito di analizzare l'influenza della loro presenza sul *pattern* spaziale del paesaggio forestale e sulla connettività al suo interno. L'analisi dei *network* creati con e senza la presenza degli AFF eseguita comparando gli indici di probabilità di connettività (PC) ha consentito di individuare gli habitat con il più elevato contributo nella connettività a scala di paesaggio, inoltre, ha mostrato come nel paesaggio prevalentemente montano dell'Alto Molise gli AFF migliorano la connettività tra gli habitat più importanti e come essi, in un contesto agricolo come quello analizzato (Basso Molise), contribuiscano ad aumentare la presenza di nuovi elementi nel paesaggio che possono fungere da *stepping stones* tra gli habitat centrali. La presenza degli AFF è rilevante negli ambienti agricoli, come ampiamente dimostrato in letteratura, perché essi rappresentano spesso l'unica risorsa forestale presente e questo lavoro conferma che gli AFF rivestono un ruolo fondamentale anche per la connettività ecologica di tali ambienti. Si è visto come i pochi elementi di connessione tra le *core area* presenti nell'area del Basso Molise siano di fondamentale importanza e in un'ipotesi di gestione del territorio, la loro conservazione dovrebbe essere prioritaria.

La connettività tra gli habitat aumenterebbe con la presenza di aree boscate di dimensioni tali da poter essere classificate come core area dalla MSPA. Ciò potrebbe essere realizzato attraverso politiche di maggiore tutela e biodiversità delle aree agricole.

Tabella 1. Distribuzione delle superfici in ettari relative ai pattern risultanti dall'elaborazione MPSA.

	<i>Alto Molise</i>		<i>Basso Molise</i>	
	<i>Foreste (ha)</i>	<i>Foreste + AFF (ha)</i>	<i>Foreste (ha)</i>	<i>Foreste + AFF (ha)</i>
Branch	1220.12	957.27	57.82	42.51
Edge	2685.48	2230.22	62.15	52.31
Perforation	276.20	256.69	-	-
Islet	434.34	603.14	705.27	1680.30
Core	9314.69	9316.79	40.91	41.19
Bridge	1183.11	1534.98	25.46	45.82
Bridge in Edge	1289.09	1541.87	52.72	61.18
Loop	306.19	407.13	64.16	84.43
Loop in Edge	356.14	558.65	11.62	13.89
Loop in Perforation	58.37	77.88	-	-

Tabella 2. Valori percentuali massimi della probabilità di connettività per nodi e link nelle due aree di studio e per i due paesaggi analizzati.

<i>Study area</i>	dPC_{node}	dPC_{link}
Alto Molise forest	5.86551	4.25171
Alto Molise forest and TOF	7.31495	4.44020
Basso Molise forest	0.0113006	25.4541
Basso Molise forest and TOF	0.342345	25.1031

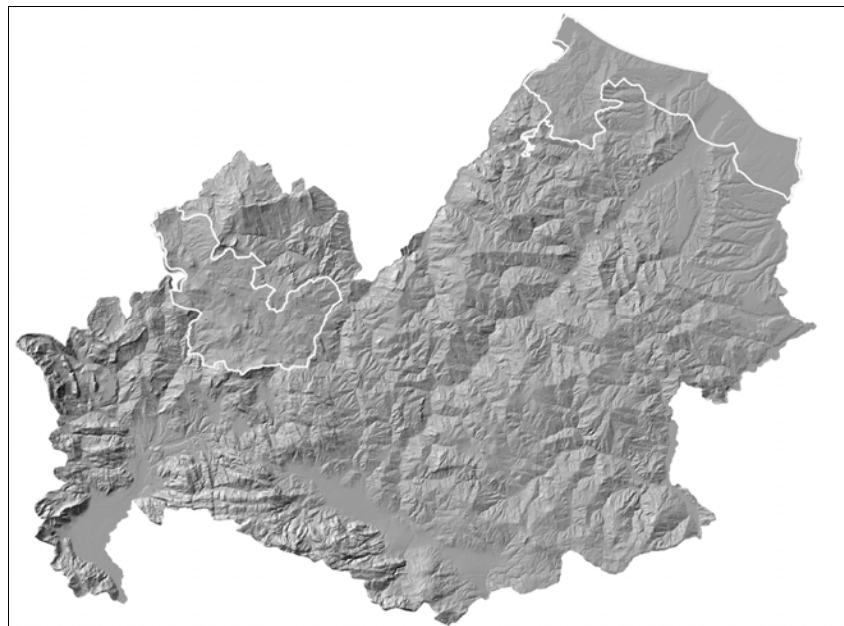


Figura 1. Localizzazione delle due aree studio, In alto a sinistra l'Alto Molise e in alto a destra il Basso Molise.

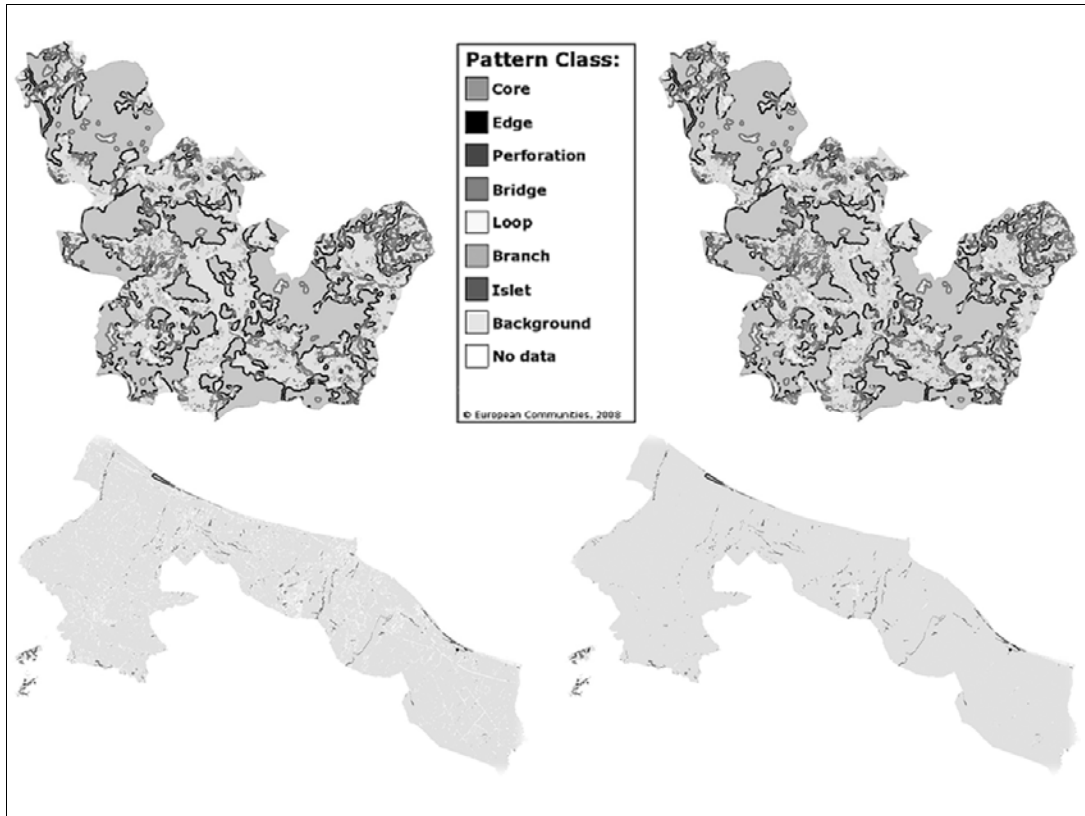


Figura 2. Cartografie della rappresentazione della struttura del paesaggio ottenuta con MSPA e legenda delle categorie di pattern con e senza gli alberi fuori foresta. In alto e in basso a sinistra senza gli AFF e in alto e in basso a destra con gli AFF.

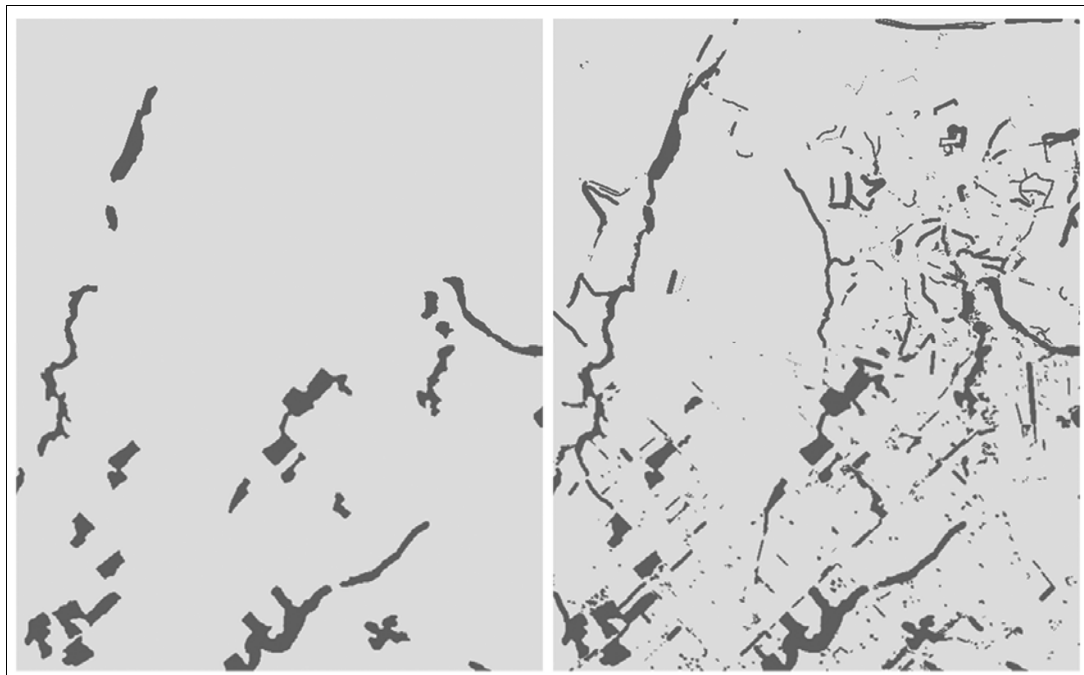


Figura 3. Particolare della composizione del paesaggio in agro di Petacciato (Basso Molise), delineata sulla sola carta delle foreste (a sinistra) e sulla mappa comprendente anche gli AFF (a destra).

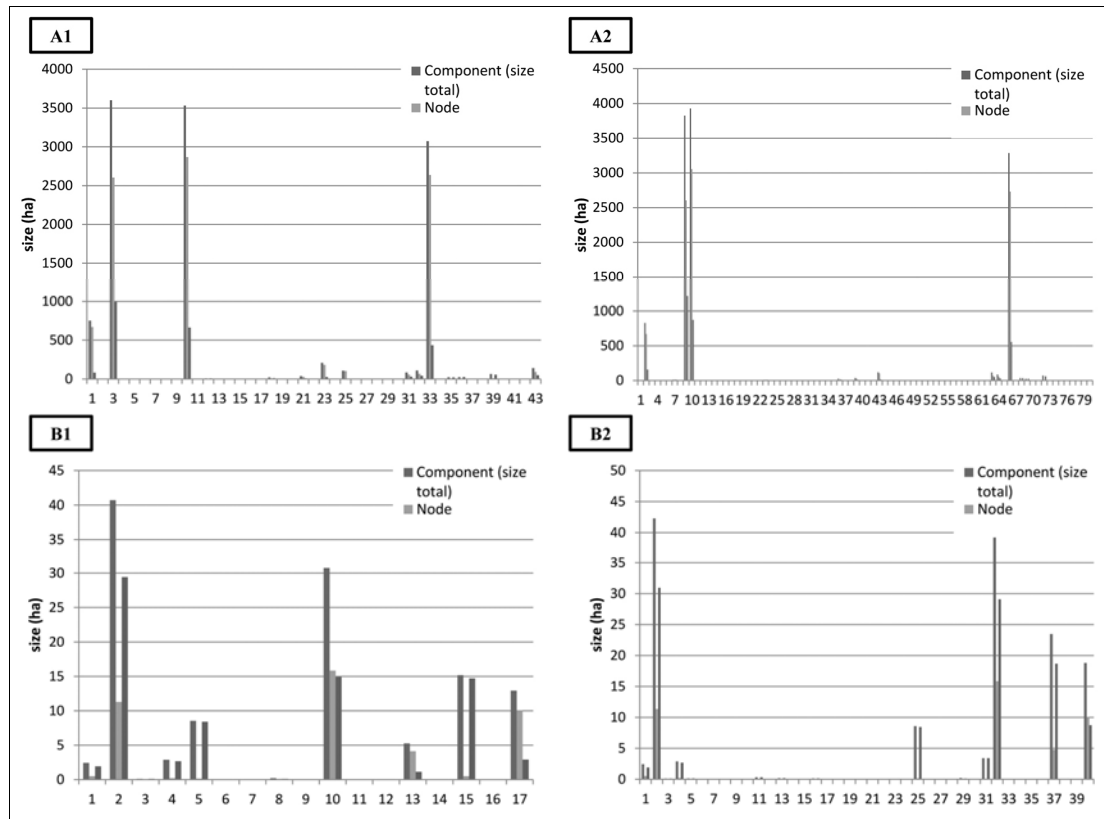


Figura 4. Distribuzione della dimensione delle componenti (totale), dei nodi e dei link per l'Alto Molise (A) e per il Basso Molise (B) nei due paesaggi indagati: 1) senza AFF e 2) con l'inserimento degli AFF.

SUMMARY

Influence of trees outside forest on the agroforestry landscape

In Italy Trees Outside Forests (TOF), have an extremely variable geographical spread, they not only are characteristic elements of the cultural heritage of our rural landscapes, but serve multiple and diverse functions. Among the most important: wood and forage production, shelter for the flocks, the positive effects in the mitigation of climate change through the storage of greenhouse gases, the hydrogeological and water quality protection, conservation of plant and animal biodiversity.

The international scientific community has formalized the relevance of the concept of ecosystem connectivity as a key indicator for monitoring naturalness and biodiversity conservation status of natural and semi-natural environments at landscape scale level. The contribution of TOF to this effect has not yet been fully investigated. In this study we have selected two different landscape contexts in the Molise region (Central Italy): a mountainous area dominated by forests (Alto Molise) (approx. 25000 ha) and a hilly area dominated by agricultural cultivation (Basso Molise) (approx. 27000 ha). In these areas a complete cartographic census of all TOF was carried out through the interpretation of aerial images ADS40. The landscape patterns of forest area with and without the inclusion of TOF was examined through

Morphological Spatial Pattern Analysis (MSPA), which showed a different role played by AFF on connectivity in the two contexts analyzed. Below Molise the AFF are elements of potential connectivity, lacking real Core areas, while in Alto Molise play a role of connections between patches of considerable size.

BIBLIOGRAFIA

- Asamoah-Boateng B., 2003 – *Distribution and biodiversity of Tree Resources Outside Forest (TROF) in Southern Ghana*. Paper of International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation, March 2003.
- Belouard T., 2002 – *Trees outside forests: France*. FAO Conservation Guide, 35, Rome.
- Chirici G., Di Martino P., Ottaviano M., Santopuoli G., Chiavetta U., Tonti D., Garfi V., Marchetti M., 2011 – *La carta forestale su basi tipologiche*. In: *Tipi Forestali e Preforestali della Regione Molise*. A cura di: Garfi V., Marchetti M. Edizioni dell'Orso Alessandria, pp. 145-152.
- Corona P., Chiriaco M.V., Salvati R., Marchetti M., Lasserre B., Ferrari B. 2009 – *Proposta metodologica per l'inventario su vasta scala degli alberi fuori foresta*. *L'Italia Forestale e Montana / Italian Journal of Forest and Mountain Environments*. 64 (6): 367-380, 2009.
<http://doi.org/10.4129/ifm.2009.6.04>

- FAO, 2001 – *Global Forest Resources Assessment 2000 (FRA2000)*. Terms and definitions. Main report. Rome, p. 1.
- FAO, 2013a – *Global Forest Resources Assessment 2013*. Terms and definitions. FRA Working Paper 183. Rome. p. 27.
- FAO, 2013b – *Towards the assessment of trees outside forests*. Rome.
- Giannetti F., Canavesio A., Terzuolo P.G., 2004 – *Analisi delle variazioni temporali dell'uso del suolo mediante dati telerilevati in un'area del Piemonte meridionale*. Rivista Italiana di Telerilevamento, 29: 53-63.
- Lapietra G., Coaloa D., Sampietro L., 1985 – *I filari di piante da legno della pianura lombarda*. Quaderni di Ricerca SAF 5.
- Paletto A., De Natale F., Gasparini P., Morelli S., Tosi V., 2006 – *L'Inventario degli Alberi Fuori Foresta (IAFF) come strumento di analisi del paesaggio e supporto alle scelte di pianificazione territoriale*. Forest@, 3 (2): 253-266.
- Paletto A., Chincarini M., 2012 – *Heterogeneity of linear forest formations: differing potential for biodiversity conservation. A case study in Italy*. Agroforest Syst, 86: 83-93.
<http://dx.doi.org/10.1007/s10457-012-9511-y>
- Saura S., Rubio L., 2010 – *A common currency for the different ways in which patches and links can contribute to habitat availability and connectivity in the landscape*. Ecography, 33: 523-537.
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0587.2009.05760.x>
- Saura S., Pascual-Hortal L., 2007 – *A new habitat availability index to integrate connectivity in land-scape conservation planning: comparison with existing indices and application to a case study*. Landscape and Urban Planning, 83 (2-3): 91-103.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2007.03.005>
- Saura S., Tornè J., 2009 – *Conefor Sensinode 2.2: A software package for quantifying the importance of habitat patches for landscape connectivity*. Environmental Modelling & Software, 24 (2009) 135–139.
- Tonti D., Estreguil C., Marchetti M., Oehmichen K., Chirici G., Troeltsch K., Watts K., 2010 – *Linking and harmonizing forest spatial pattern analyses at European, national and regional scales for a better characterization of forest vulnerability and resilience*. JRC Scientific and Technical Reports (URL:http://forest.jrc.ec.europa.eu/docs/pattern/FF_pattern_studies/EUR24263EN_Resilience_Pattern_Executive_summary_2010.pdf).
- Vogt P., 2009 – *MSPA-Guidos: Innovative methods in landscape pattern analysis*. Institute for Environment and Sustainability, Italy.
- Wong J., 2001 – *Policy, inventory and management of trees outside forests in a densely populated country: a case study of the UK. Expert Consultation on Trees Outside Forests "Enhancing the contribution of trees outside forests to sustainable livelihoods"*. FAO/HQ 26-28 Novembre 2001, Roma.
- Zomer R.J., Trabucco A., Coe R., Place F., 2009 – *Trees on farm: Analysis of global extent and geographical patterns of agroforestry*. ICRAF Working Paper N. 89. Nairobi, Kenya: World Agroforestry Centre.

NUOVI PARADIGMI PER LA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE DEI PAESAGGI MONTANI IN TRASFORMAZIONE

Lorenzo Sallustio¹, Caterina Palombo¹, Roberto Tognetti^{1,2}, Bruno Lasserre³, Marco Marchetti³

¹Global Ecology Lab, Dipartimento di Bioscienze e Territorio, Università del Molise, Pesche (IS);
lorenzo.sallustio@studenti.unimol.it

²The EFI Project Centre on Mountain Forests (MOUNTFOR), Edmund Mach Foundation, San Michele all'Adige, Italy

³Natural Resources & Environmental Planning Lab., Dipartimento di Bioscienze e Territorio, Università del Molise, Pesche (IS)

I territori montani sono da sempre oggetto di un uso delle risorse in forma sistematica e integrata, scongiurando il rischio d'innescio di fenomeni di degrado. I cambiamenti d'uso del suolo che interessano i territori montani sono la conseguenza dell'estrema intensificazione dell'uso nelle zone di pianura, alla base del conflitto gestionale che ha portato alla marginalizzazione ed esclusione delle aree montane dai processi produttivi e dalla politica di gestione attiva del territorio, pregiudicando la sostenibilità degli equilibri tra montagna e pianura nel medio-lungo periodo. Oltre al significato che tali modificazioni rivestono dal punto di vista prettamente paesaggistico, è importante rilevare le possibili ripercussioni sul piano ecologico e quindi sulla capacità di fornire diversi servizi ecosistemici. Lo scopo del presente lavoro è di analizzare i cambiamenti d'uso del suolo occorsi nei territori montani della penisola dal 1990 al 2008. L'analisi è stata condotta grazie all'elaborazione di matrici di transizione costruite a partire dai dati dell'Inventario dell'Uso delle Terre in Italia (IUTI). L'utilizzo di diverse definizioni di montagna (statistica o giuridica) e la comparazione con i cambiamenti d'uso del suolo osservati nello stesso arco temporale su tutto il territorio nazionale o specificatamente all'interno dei Parchi Nazionali, hanno inoltre evidenziato l'importanza dell'adozione di una definizione chiara e univoca di montagna, imprescindibile anche in funzione di future scelte politiche e gestionali, ad esempio legate al prossimo periodo di programmazione della PAC.

Parole chiave: rewilding, paesaggio culturale, land sharing, land sparing, LULCC.

Keywords: rewilding, cultural landscape, land sharing, land sparing, LULCC.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-ls-nuo>

1. Introduzione

In Europa, i paesaggi dell'Olocene pre-neolitico erano dominati da antiche foreste, arbusteti e praterie, una natura piuttosto selvaggia, gestita dal pascolo di grandi erbivori e dal fuoco (Svenning, 2002; Vera, 2000; Vera, 2009).

Successivamente, ma molto prima della comparsa della moderna agricoltura, gran parte dei terreni potenzialmente utilizzabili a scopi agricoli è stata completamente deforestata dalle popolazioni locali, per questo l'Europa è oggi il continente con la copertura forestale meno originaria (Kaplan *et al.*, 2009; Navarro e Pereira, 2012).

Per secoli molte aree collinari e di montagna sono state oggetto di deforestazione, con lo scopo di creare spazio per l'agricoltura e soprattutto per il pascolo. Solo dove era possibile ottenere prodotti legnosi e non legnosi, e dove era necessario prevenire l'erosione del suolo o le valanghe, la copertura forestale è stata mantenuta e gestita (Führer, 2000; Sitzia *et al.*, 2010).

Nonostante le avverse condizioni ambientali, la presenza dell'uomo sulle montagne del Mediterraneo ha una lunga storia: l'uso delle risorse naturali attraverso attività

agro-silvopastorali estensive ha rappresentato il fattore chiave che ha modellato la composizione, la struttura e il funzionamento del paesaggio (De Aranzabal *et al.*, 2008; Van Eetvelde e Antrop, 2004; Vicente-Serrano *et al.*, 2004), creando il cosiddetto "paesaggio culturale" (Antrop, 2005; Naveh e Lieberman, 1994).

Il paesaggio culturale all'interno del Bacino del Mediterraneo è il risultato di millenni d'integrazione tra uso del suolo e processi naturali (Agnolotti, 2010; Mazzoleni *et al.*, 2004). A causa della persistenza dell'attività antropica sull'eterogeneità del paesaggio naturale originale, gli effetti diretti e indiretti dei cambiamenti di uso e copertura del suolo (LULCC) sono particolarmente importanti, così come l'intenso cambiamento delle caratteristiche funzionali e strutturali per la maggior parte delle foreste (Marchetti *et al.*, 2010).

Durante l'ultimo secolo, gli ecosistemi montani Europei hanno sofferto non solo il riscaldamento globale, ma anche grandi cambiamenti demografici ed economici (Dirnböck *et al.*, 2003). Beniston (2003) suggerisce che, mentre le cause dei cambiamenti ambientali e climatici sono numerose e complesse, il crescente stress imposto dall'interferenza dell'uomo sugli ecosistemi naturali è

strettamente collegato a due fattori principali: crescita economica e demografica. Infatti, i processi d'industrializzazione che hanno coinvolto l'Europa nel corso dei secoli XIX e XX hanno innescato profondi cambiamenti socioeconomici, tra cui l'esodo rurale e il declino di pratiche tradizionali come l'agricoltura, la pastorizia e l'utilizzo delle risorse forestali.

Tali cambiamenti hanno coinvolto principalmente le aree marginali di montagna, dove le modificazioni della copertura del suolo, la cessazione del pascolo e il passaggio dall'utilizzo delle risorse forestali ad altri materiali da costruzione o tipo di carburante, hanno trasformato profondamente il paesaggio (Boden *et al.*, 2010).

Nelle zone montane d'Europa, l'esodo rurale segue un ipotetico "circolo del declino" in cui una densità bassa di popolazione limita la creazione di business, provocando una riduzione delle opportunità di lavoro e un aumento dell'emigrazione che, a loro volta, accentuano la riduzione della densità di popolazione (Navarro e Pereira, 2012). L'abbandono delle terre è quindi strettamente connesso alla globalizzazione dell'agricoltura e ai relativi processi demografici; il graduale abbandono ha coinvolto in particolare le piccole aziende tradizionali, le quali sono meno importanti dal punto di vista economico e produttivo ma cruciali nel momento in cui viene coinvolto il paesaggio (Agnoletti, 2014).

Comprendere i processi che regolano i LULCC negli ecosistemi di montagna risulta, quindi, di fondamentale importanza, essendo questi anche responsabili di una grande varietà di conseguenze ecologiche e culturali (Gellrich *et al.*, 2007). Dal punto di vista ecologico, infatti, è stato ampiamente dimostrato che i cambiamenti climatici e di uso del suolo rappresentano i fattori principali che influenzano l'evoluzione degli ecosistemi montani, in particolare ad alta quota (Körner e Paulsen, 2004; Resco de Dios *et al.*, 2007; Gehrig-Fasel *et al.*, 2007; Chauchard *et al.*, 2007, 2010; Améztegui *et al.*, 2010; Ruiz-Labourdette *et al.*, 2012). Laddove l'azione antropica ha alterato fortemente il paesaggio, il recente abbandono delle aree montane e marginali rappresenta il fattore chiave che comporta modificazioni sia a livello di paesaggio che di comunità vegetali. Uno degli effetti più immediati è l'espansione di arbusteti e boschi, come è stato già osservato negli ecosistemi montani del Mediterraneo (Brachetti *et al.*, 2012; Palombo *et al.*, 2013). La diminuzione dell'intensità delle utilizzazioni, incluso l'abbandono come ultima scelta, è, a scala locale, spiegata da una combinazione di fattori socio-ecologici (MacDonald *et al.*, 2000; Rey Benayas *et al.*, 2007) quali la bassa produttività e l'invecchiamento della popolazione. Questi fattori interagiscono tra loro e con le dinamiche ecologiche di successione, creando un continuo feedback, che accresce l'irreversibilità dell'abbandono dei pascoli in aree marginali (Navarro e Pereira, 2012; Figueiredo e Pereira, 2011; Gellrich *et al.*, 2007).

In un contesto fortemente dinamico, ma anche fragile e peculiare da un punto di vista ecologico quale quello montano, risulta sempre maggiore la necessità di implementare strumenti di monitoraggio in grado di fornire un supporto puntuale e scientificamente valido alle Istituzioni

che a scale diverse e con diversi strumenti si occupano di pianificazione e politica territoriale.

Lo scopo del presente lavoro è stato di analizzare i LULCC avvenuti nei territori montani della Penisola nell'arco temporale 1990 - 2008, utilizzando i dati dell'Inventario dell'Uso delle Terre in Italia (IUTI), opportunamente aggregati in funzione dello scopo del lavoro. Un ruolo fondamentale è, infatti, legato all'ambito territoriale di analisi, che, in questo caso, è stato connesso alla definizione di montagna. Nonostante la Costituzione italiana sia una delle poche a fare riferimento esplicito alla montagna (art. 44), prevedendo la possibilità da parte del Parlamento di emanare leggi speciali in suo favore, la sua definizione, già presente nella legge 991/1953, è andata notevolmente modificandosi nel tempo in risposta a molteplici vicissitudini, in primis di tipo socio-economico, legate alle politiche nazionali e comunitarie. Tali esigenze hanno portato alla creazione di diverse definizioni di montagna in relazione al contesto d'analisi e alle finalità (economiche, amministrative, giuridiche, statistiche ecc.). Tale variabilità è di notevole importanza considerando che al dicembre 1971 il territorio montano risultava costituito da circa 5,3 milioni di ha, mentre al dicembre 2004 si era giunti a 16,3 milioni, quindi circa il 54% della superficie nazionale (De Vecchis, 1996). A titolo esemplificativo, allo scopo di cogliere l'importanza di una definizione largamente condivisa e comprensiva delle varie dimensioni facenti riferimento ai contesti montani, sono state messe a confronto le analisi delle dinamiche dei LULCC dal 1990 al 2008 condotte sulla base di due diverse definizioni di montagna: giuridica e statistica.

2. Materiali e Metodi

L'analisi dei LULCC è stata condotta utilizzando i dati dall'Inventario dell'Uso delle Terre d'Italia (IUTI), promosso dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare a supporto del Registro Nazionale dei serbatoi di carbonio agroforestali e nell'ambito del Piano straordinario di telerilevamento ambientale.

Il sistema di classificazione gerarchico utilizzato in IUTI ha come base le 6 categorie d'uso delle terre definite per GPG- LULUCF (Good practice guidance for land use, land-use change and forestry), ciascuna integrata con sottocategorie di secondo e terzo livello, per un totale di 9 classi (Tab. 1). Per la descrizione dettagliata della classificazione e degli aspetti metodologici di IUTI, si rimanda a Marchetti *et al.* (2012) e Corona *et al.* (2012). Le analisi dei LULCC sono state condotte aggregando i punti IUTI in funzione della loro appartenenza a una delle due tra le possibili diverse definizioni di montagna:

- a) "legale" (ML): si considerano montani i territori rientranti all'interno delle 218 Comunità Montane (CM), così come definite dalle singole Regioni ai sensi della legge n. 142/1990 e successivo Dlgs. 267/2000. Per l'ambito territoriale delle CM si è fatto riferimento all'atlante di geografia statistica e amministrativa (ISTAT, 2009);
- b) "statistica" (MS): si considerano montani i territori che rientrano all'interno dei parametri altimetrici definiti dall'ISTAT.

(http://www3.istat.it/cgi-bin/glossario/voce.pl-?Zonaal_2). A tal fine i punti IUTI sono stati riclassificati sulla base del DEM nazionale con risoluzione spaziale di 75 m. Un ulteriore approfondimento dell'analisi è stato possibile osservando il grado di sovrapposizione tra la geografia della montagna e quella dei Parchi Nazionali (PN), riconducibili ad una gestione del territorio prevalentemente mirata ad aspetti di tipo conservazionistico. È, infatti, significativo ricordare che la geografia delle aree protette (AP) del nostro paese è tipicamente montana e forestale così come è importante notare che la stessa geografia, negli anni precedenti il boom economico di fine secolo XX, era una geografia della fame e della miseria.

3. Risultati

I risultati dell'analisi condotta sui punti IUTI hanno evidenziato che, a seconda della definizione adottata, la superficie ascrivibile a territori montani risulta assai diversa. La ML si estende su circa 17,726,500 ha, mentre adottando il criterio altimetrico tale superficie scende a circa 8,385,295 ha (rispettivamente il 58.8% e 27.8% della superficie nazionale) (Tab. 2 e 3, rispettivamente). Il 14.5% della superficie della MS ricade all'interno dell'Elenco Ufficiale delle Aree Protette (EUAP - ai sensi della Legge Quadro 394/1991) il 24% se si considera la ML.

Relativamente ai soli PN, circa il 71.4% della loro superficie è classificabile come montana (sensu ISTAT) e ben il 93.2% prendendo in considerazione la ML.

In entrambe le accezioni di montagna, appare evidente la sempre più forte connotazione forestale di questi ambienti, con una superficie boscata che al 2008 per la MS è pari al 59.8% e, al 49% considerando la ML (Fig. 1). Tali valori risultano ben al di sopra della media nazionale (32%, Marchetti *et al.*, 2012), ma in linea col dato relativo ai PN (52.3%, Marchetti *et al.*, 2013). È inoltre possibile osservare come anche le altre classi d'uso del suolo siano ripartite in maniera molto simile per i PN e la MS, con una bassa incidenza dei seminativi e delle aree urbane a fronte della maggior presenza di prati e pascoli e zone improduttive. I seminativi rappresentano la seconda classe d'uso del suolo nella MS; essi ricoprono una superficie relativa inferiore rispetto sia ai prati e pascoli che alle altre terre boscate nella MS. Addirittura il loro contributo relativo, in quest'ultimo caso, risulta di poco maggiore rispetto a quello delle zone improduttive. I LULCC osservati dal 1990 al 2008 per entrambe le definizioni di montagna considerate, sono in linea con i trend di variazione nazionali e quelli osservati nei PN, seppur con alcune distinzioni di tipo quantitativo (Tab. 4). Le dinamiche più evidenti sono quelle che interessano a) l'espansione della superficie forestale, più accentuata nella MS nonostante il dato di copertura relativo risultasse più alto già nel 1990; b) la riduzione dei seminativi (soprattutto nella ML) e dei prati e pascoli (soprattutto nella MS); c) l'incremento della superficie urbana, con valori molto simili a quello dei nuovi impianti di arboricoltura da frutto. Analogamente a quanto analizzato per la ripartizione in usi del suolo al 2008, la MS presenta trend di variazione molto

simili a quelli dei PN, mentre quelli nella ML risultano maggiormente in linea con i valori riscontrati a livello nazionale. Analizzando le matrici di transizione (Pontius *et al.*, 2004) (Tab. 2 e 3) è possibile caratterizzare i flussi di LULCC da una classe verso le altre. In particolare, osservando le classi più rappresentative, è possibile notare che l'espansione del bosco, seppur sempre prevalentemente a carico delle altre terre boscate, nel caso della MS si concentra maggiormente su prati e pascoli (78,772 ha) che su terreni seminativi (47,709 ha), mentre un andamento opposto è riscontrabile nella ML (110,650 e 130,000 ha rispettivamente). Per quanto riguarda la riduzione dei terreni seminativi, le matrici evidenziano come essa avvenga maggiormente a causa di processi di ricolonizzazione nella MS (47,709 ha), e di creazione di impianti di arboricoltura da frutto e vivai nella ML (196,375 ha). Il consumo di suolo, inteso come aumento della superficie urbanizzata, seppur di modesta entità soprattutto nella MS, interessa principalmente i terreni a seminativo, senza però sottovalutare un certo impatto anche sulle superfici forestali.

4. Discussione e conclusioni

I risultati emersi confermano le dinamiche evidenziate in altri studi condotti a scala nazionale o di maggior dettaglio. Esse riguardano principalmente il consumo di suolo (Romano e Zullo, 2012; Munafò *et al.*, 2013; Marchetti e Sallustio, 2012), la riduzione delle aree agricole (Marchetti *et al.* 2013), intese come seminativi e prati e pascoli, e l'espansione della superficie forestale (Corona *et al.*, 2012; Corona *et al.*, 2008). L'analisi comparativa delle due definizioni di montagna prese in esame, ha evidenziato e in parte confermato alcuni aspetti peculiari dei LULCC occorsi in Italia negli ultimi decenni. I risultati mostrano una forte sovrapposizione della geografia della montagna con quella delle AP. A livello nazionale, infatti, il sistema delle AP comprese nell'EUAP rappresenta la rete fondamentale su cui si basa la politica di tutela e difesa della natura – rivolta specificamente a specie, ecosistemi e habitat, meno al paesaggio, coprendo il 10.7 % dell'intero territorio (Mae-sano *et al.*, 2011). Tale incidenza è elevata nella ML (14.5%), aumentando nella MS, che risulta protetta per circa un quarto della sua estensione (24%); il livello di protezione è ancor più evidente se si pensa che alla rete EUAP si sovrappongono solamente per circa il 50% i Siti d'Interesse Comunitario della Rete Natura 2000 (Cullotta *et al.*, 2005). L'altra importante intersezione è quella che riguarda i territori montani e la superficie forestale: circa il 56% della superficie forestale nazionale attuale (bosco e altre terre boscate) ricade nella MS, giungendo quasi al 75% se invece si considera la ML.

Tali dati risultano estremamente importanti in un'ottica di gestione, pianificazione e politica del territorio, che va ben oltre il solo comparto forestale, interessando le strategie connesse alla pianificazione della maggior parte del nostro territorio e alla relativa tutela del paesaggio, alla conservazione della natura, alla politica agricola comunitaria, alla politica di sostegno economico per le zone svantaggiate e marginali, cioè senza dimenticare gli aspetti collegati al mantenimento di tutti i servizi

ambientali erogati dagli ecosistemi naturali e seminaturali, in primis la difesa del suolo e dell'acqua (il sempre poco propriamente definito "assetto idrogeologico"). Tutti caratteri riconducibili alla notevole capacità degli ambienti montani di fornire un'ampia gamma di servizi ecosistemici (Monteiro *et al.*, 2011) i cui effetti positivi vanno ben oltre i confini amministrativi, geografici e statistici della montagna stessa. Ciò è ben evidenziato da processi internazionali, quali la Convenzione delle Alpi (Angelini, 2014) e l'estensione del suo modello su scala continentale e globale (Price *et al.*, 2013). L'incremento della copertura forestale, con arbusti e alberi, sta rapidamente seguendo il trend di abbandono delle terre, anch'esso destinato ad aumentare ulteriormente nei prossimi decenni (van Vuuren *et al.*, 2006). In particolare, alla riduzione e all'abbandono della pratica del pascolo corrisponde la ricolonizzazione da parte della vegetazione arbustiva e arborea, la cui capacità di insediarsi in aree aperte rappresenta certamente una minaccia al paesaggio tradizionale della montagna italiana, altrettanto evidente anche in relazione ai cambiamenti della copertura delle nevi perenni e dei ghiacciai, e a danno di utilizzazioni e conoscenze tradizionali ultrasecolari, ma soprattutto del rilevante valore ecologico ed economico dei pascoli stessi (Ceballos *et al.*, 2010).

Monteiro *et al.* (2011) ritengono che le dinamiche responsabili della riduzione delle praterie sono principalmente tre: i) abbandono e/o estensivizzazione delle terre in zone di montagna; ii) intensificazione delle coltivazioni in pianura; iii) aumento della pressione antropica e dell'urbanizzazione a carico dei suoli agricoli.

Il "paesaggio culturale" nelle regioni montane è stato modellato da secoli di attività agro-silvo-pastorali, che hanno originato nel nostro paese un mosaico paesaggistico di elevata eterogeneità ambientale composto da terreni coltivati, prati e pascoli naturali, boschi e foreste (Fischer *et al.*, 2008). Proprio i primi erano considerati in passato esclusivamente come unità produttive, mentre di recente si è iniziato a considerarli anche per la loro capacità di fornire una vasta gamma di servizi ecosistemici (Geneletti, 2007). È il caso, ad esempio, della crescente domanda di servizi ricreativi forniti specialmente dagli ecosistemi di montagna, che hanno permesso la valorizzazione del paesaggio agrario in chiave turistica (Schirpke *et al.*, 2013). A tal proposito, Tasser *et al.* (2012) sottolineano l'importanza delle aziende agricole di montagna nella conservazione del paesaggio culturale delle destinazioni turistiche e propongono, come possibile soluzione all'abbandono delle terre coltivate, una remunerazione proporzionale a questa loro capacità di conservazione. A tal proposito, è interessante notare come anche nella nuova programmazione 2020, la PAC finalmente preveda l'utilizzo di sostegni finanziari legati ai servizi ecosistemici offerti dalle aziende (Commissione Europea, 2010).

Dal punto di vista gestionale, gli approcci emergenti, e per alcuni versi antitetici, sono quelli riconducibili alla conservazione del paesaggio rurale e quindi culturale (Agnoletti, 2014; Sitzia *et al.*, 2010), e quello legato alla pratica del "rewilding", ovvero la gestione passiva delle successioni ecologiche, allo scopo di riprodurre i processi degli ecosistemi naturali riducendo il controllo antropico

sul paesaggio (Navarro e Pereira, 2012; Gillson *et al.*, 2011). Va da sé che sarà necessario prendere delle decisioni gestionali sui boschi di neof ormazione che si sviluppano rapidamente in seguito alla rinaturalizzazione degli spazi rurali, in linea con le tendenze che si vanno definendo a livello internazionale su questo tipo di "novel ecosystems", frutto sempre delle dinamiche socio-economiche dell'Antropocene caratterizzato da un crescente urbanesimo sia nei paesi ricchi che in quelli poveri (Hobbs *et al.*, 2013). Preservare il paesaggio agricolo, mantenendo il ruolo storico delle pratiche agricole, selvicolturali e zootecniche nei processi locali di biodiversificazione, permette di mobilitare un pool di risorse ancora più vasto di paesaggi rurali di interesse storico che potrebbe costituire una risorsa potenziale per la fornitura di nuovi servizi in termini di biodiversità (Cevasco e Moreno, 2012).

In condizioni adeguate di efficienza, infatti, i paesaggi agro-pastorali possono svolgere un ruolo diretto nella conservazione della "biodiversità agricola" (Wagner *et al.*, 2000). In linea con quanto già detto, in Italia, gran parte dei migliori e più rinomati paesaggi rurali sono inclusi in siti protetti della rete Natura 2000, dove la valutazione della vulnerabilità del paesaggio storico ha rivelato che le minacce più importanti non sono l'urbanizzazione o l'agricoltura industriale, ma piuttosto l'abbandono seguito dalla ricolonizzazione da parte del bosco (Agnoletti, 2012).

Tuttavia il concetto di biodiversità deve essere adattato alla natura culturale del paesaggio rurale, riducendo l'importanza attribuita all'approccio habitat/specie e considerando approcci più innovativi quale la "diversità bio-culturale".

Questa riduzione, che è legata al diverso uso del suolo e al numero e dimensioni e forma delle *patches* del paesaggio, è rappresentativa della ridotta diversità biologica poiché paesaggi diversi sono più ricchi di specie rispetto agli habitat individuali (Sitzia *et al.*, 2010). Il *rewilding* invece è spesso criticato perché responsabile della perdita del tradizionale paesaggio agricolo e dell'impatto negativo sulla biodiversità (e.g., Conti e Fagarazzi, 2005). Ciò ha portato alla formulazione di due criteri: i paesi in via di sviluppo sono invitati a fermare la deforestazione, mentre alcuni paesi sviluppati stanno combattendo attivamente la diffusione delle foreste sulle proprie terre (Meijaard e Sheil, 2011). La sfida attuale è quella di raggiungere ecosistemi resilienti in grado di autosostenersi e con autonome capacità di autoregolazione e funzionamento, che proteggano la biodiversità originale ed i processi ecologici naturali e al contempo forniscano una vasta gamma di servizi ecosistemici (Cramer *et al.*, 2008), in linea con quanto proposto dalla scuola forestale italiana almeno nell'ultimo ventennio (Ciancio, 2014).

Sebbene questi "nuovi" ecosistemi possano essere progettati per essere il più possibile simili a quelli passati, spesso è necessaria l'introduzione di nuovi elementi biotici (Hobbs *et al.*, 2009). In tale ottica, emblematici sono gli approcci gestionali legati al "land sharing" ed al "land sparing", identificabili quali strumenti atti a ricongiungere la produzione di cibo con la tutela della biodiversità (Phalan *et al.*, 2011). Nel *land sharing*, gli obiettivi di conservazione della biodiversità e produzione di cibo

convivono nello stesso territorio, mediante tecniche agricole rispettose della biodiversità e agricoltura estensiva. Nel *land sparing* i terreni sono divisi in aree destinate all'agricoltura intensiva e aree in cui l'agricoltura è esclusa. In alcuni recenti lavori (Navarro e Pereira, 2012) permane il dubbio su quale sia la pratica migliore, dal momento che le specie rispondono in maniera differente alle alterazioni dei loro habitat (Phalan *et al.*, 2011).

Di fatto, entrambi gli approcci risultano necessari al fine di mantenere aperta la possibilità del *rewilding*: da un lato il *land sharing* è essenziale per limitare il degrado del suolo e conservare una quantità di semi adeguata per una rivegetazione passiva; dall'altro, il *land sparing* consentirebbe la conservazione di specie che sono attualmente in conflitto con le attività umane. Il *rewilding* quindi, e non il semplice abbandono, può rappresentare un'importante opzione da considerare in questa fase storica di transizione, con importanti benefici per la biodiversità e per i servizi ecosistemici. La sua applicazione è inoltre estendibile a terreni e contesti non agricoli, come ad esempio le foreste in precedenza gestite per la produzione di legname, aumentando così il livello di eterogeneità del paesaggio. Dal punto di vista della conservazione, la scelta tra *rewilding* e gestione attiva dipenderà dagli obiettivi e dal contesto locale.

La gestione attiva è preferibile quando esistono obiettivi specifici, quali quello di ripristinare determinate specie o conservare gli habitat associati alle attività umane. D'altra parte, sfruttare i processi ecologici dinamici su schemi statici di presenza di specie o habitat può essere più sostenibile a lungo termine o su larga scala. La scelta dipende dalla sostenibilità dell'opzione gestionale e dai conseguenti obiettivi fissati a livello politico e di pianificazione, laddove esistano decisori consapevoli.

Al centro delle sfide che caratterizzeranno il futuro dei paesaggi di montagna, condizionandone le loro peculiarità da un punto di vista ecologico-paesaggistico, ma anche socio-culturale, c'è il ruolo della politica. Memori delle criticità riscontrate durante lo scorso periodo di programmazione della PAC, che hanno spesso portato a effetti lontani da quelli originariamente attesi (Agnoletti, 2014; Romano e Cozzi, 2007), il ruolo degli amministratori dovrà infatti essere quello di individuare le traiettorie future e le possibili soluzioni legate ai diversi territori, impiegando risorse ed energie in maniera efficace ed efficiente e scegliendo tra i diversi approcci

gestionali quelli che risultano più aderenti alle specificità riscontrate in loco. Sulla base di quanto emerso dal presente lavoro, risulta quindi quanto mai importante la precisa definizione dei contesti di intervento e, di riflesso, la opportuna assegnazione di risorse economiche e priorità di intervento che rispecchino le effettive esigenze e necessità dei diversi contesti territoriali. Come dimostrato anche da Pisanelli *et al.* (2012), in un'ottica di gestione puntuale e sostenibile del territorio, non va però certamente sottovalutato, come purtroppo spesso accaduto in passato, il ruolo delle Comunità e dei diversi *stakeholders* locali, che con le proprie attività rappresentano lo strumento attuativo delle politiche e quindi, in ultima analisi, i veri fautori della riuscita o del fallimento delle stesse. Il monitoraggio dei LULCC e la valutazione e previsione dei loro impatti a carico dei servizi ecosistemici risultano uno strumento fondamentale di supporto alla pianificazione, ma al tempo stesso di controllo e valutazione dell'effettiva ricaduta sul territorio delle diverse azioni gestionali poste in essere. Tale constatazione si apre in prospettiva alla creazione di un'ampia casistica ed esperienze in chiave di pianificazione, che, opportunamente messe a sistema e condivise, potrebbero offrire elementi innovativi di primo interesse sia dal punto di vista scientifico che politico-gestionale.

Lo scopo del presente contributo è stato di fornire una fotografia oggettiva dei LULCC in atto nella montagna italiana e, tramite la comparazione di due approcci gestionali molto differenti, fornire degli spunti di riflessione e discussione. Possiamo concludere che, a differenza di quanto spesso avvenuto in passato, quando idee e concetti legati alla gestione territoriale sono stati permutati su ampia scala in contesti anche molto diversi tra di loro, le future politiche e gli strumenti di gestione dovrebbero prendere in considerazione tutte le alternative possibili e, di volta in volta, in base alle esigenze specifiche e peculiari, stabilire in maniera quanto più oggettiva ed analitica quale sia effettivamente l'idea di sviluppo sostenibile, ed effettivamente perseguibile, per quel dato contesto territoriale. La montagna è per il nostro Paese una delle linee tematiche più importanti nelle scelte di riconversione ecologica necessarie ed urgenti. Va finalmente riscritto un Patto tra il paese e la montagna, che rappresenti un grandissimo serbatoio di natura, paesaggio e cultura, tale che consenta di ritrovare una montagna abitabile, consapevolmente e responsabilmente.

Tabella 1. Sistema di classificazione delle terre secondo IUTI.
 Table 1. IUTI land use classification system.

<i>Categorie GPG- LULUCF</i>	<i>Categorie e sottocategorie IUTI</i>	<i>Codice IUTI</i>	
Forest land	Bosco	1	
Cropland	Seminativi e altre colture erbacee	2.1	
	Colture arboree	Arboricoltura da frutto e vivai	2.2.1
		Arboricoltura da legno	2.2.2
Grassland	Praterie, pascolo ed incolti erbacei	3.1	
	Altre terre boscate	3.2	
Wetlands	Zone umide e acque	4	
Settlements	Urbano	5	
Other lands	Zone improduttive o con vegetazione rada o assente	6	

Tabella 2. Matrice di transizione dei cambiamenti avvenuti nell'uso delle terre nella montagna giuridica dal 1990 al 2008 (valori in ettari).

Table 2. Transition matrix of the land use changes occurred from 1990 to 2008 in the juridical mountain (values in hectares).

		2008										
1990	IUTI	1	2.1	2.2.1	2.2.2	3.1	3.2	4	5	6	Totale	
		1	7,576,950	21,000	7,575	175	10,225	28,175	5,825	12,900	700	7,663,525
		2.1	130,000	3,360,100	196,375	12,700	59,025	89,150	4,000	92,150	100	3,943,600
		2.2.1	20,750	61,175	791,050	50	4,100	9,450	125	18,450	0	905,150
		2.2.2	475	3,125	250	6,900	375	450	50	500	0	12,125
		3.1	110,650	30,475	9,050	1,550	1,164,950	200,000	2,575	8,500	250	1,528,000
		3.2	198,150	35,850	9,775	375	6,600	1,173,350	3,725	6,550	375	1,434,750
		4	7,850	625	175	25	975	6,550	169,800	300	25	186,325
		5	2,825	1,200	250	50	2,100	1,750	500	439,375	25	448,075
		6	675	75	25	0	2,000	700	675	250	600,550	604,950
		Totale	8,048,325	3,513,625	1,014,525	21,825	1,250,350	1,509,575	187,275	578,975	602,025	16,726,500

Tabella 3. Matrice di transizione dei cambiamenti avvenuti nell'uso delle terre nella montagna statistica dal 1990 al 2008 (valori in ettari).

Table 3. Transition matrix of the land use changes occurred from 1990 to 2008 in the statistical mountain (values in hectares).

		2008										
1990	IUTI	1	2.1	2.2.1	2.2.2	3.1	3.2	4	5	6	Totale	
		1	4,789,406	5,898	975		6,472	11,046	1,174	4,248	875	4,820,093
		2.1	47,709	747,935	18,498	1,625	17,770	23,771	100	14,544	25	871,976
		2.2.1	2,300	2,274	38,140		375	675		650		44,413
		2.2.2	50	125		625	25	25				850
		3.1	78,772	10,022	1,400	925	1,103,082	122,726	400	2,749	200	1,320,275
		3.2	90,949	5,699	1,225	50	2,999	495,505	800	1,150	275	598,651
		4	1,050	75			275	525	23,184	50	25	25,183
		5	750	175	25		575	325	75	89,737	25	91,686
		6	575				1,998	525	75	50	608,246	611,468
		Totale	5,011,559	772,202	60,263	3,224	1,133,571	655,122	25,807	113,177	609,670	8,385,295

Tabella 4. Cambiamenti d'uso del suolo dal 1990 al 2008 riscontrati nell'intero territorio nazionale, nella montagna legale (ML), nella montagna statistica (MS) e nei Parchi Nazionali (PN).

Table 4. Land use change occurred from 1990 and 2008 on the whole national territory, the juridical mountain (ML), the statistical mountain (MS) and the Nation Parks (PN).

	1	2.1	2.2.1	2.2.2	3.1	3.2	4	5	6
<i>Italia</i>	1.7%	-4.2%	1.4%	0.0%	-1.1%	0.4%	0.0%	1.6%	0.0%
<i>ML</i>	2.3%	-2.6%	0.7%	0.1%	-1.7%	0.4%	0.0%	0.8%	0.0%
<i>MS</i>	2.3%	-1.2%	0.2%	0.0%	-2.2%	0.7%	0.0%	0.3%	0.0%
<i>PN</i>	2.6%	-1.2%	0.2%	0.0%	-2.9%	1.1%	0.0%	0.2%	0.0%

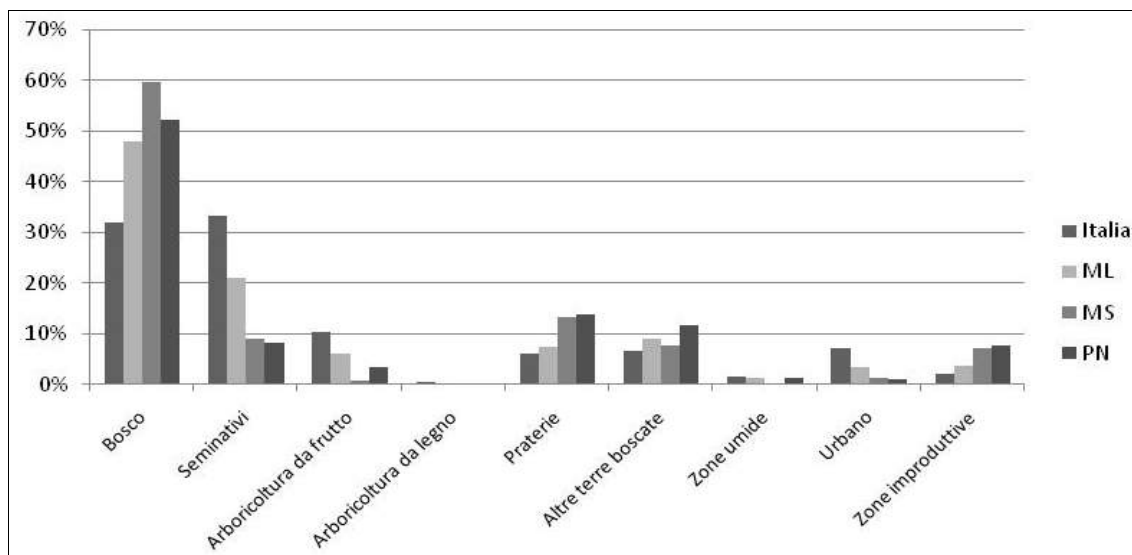


Figura 1. Ripartizione dell'uso del suolo al 2008 sul territorio nazionale, della montagna legale (ML), della montagna statistica (MS) e dei Parchi Nazionali (PN).

Figure 1. Repartition of the land use at 2008 for the whole national territory, the juridical mountain (ML), the statistical mountain (MS) and the National Parks (PN).

SUMMARY

New paradigms for land use planning in a changing mountain landscape

Mountain areas have historically been managed in a more sustainable way with respect to others, avoiding the risk of degradation. Land use changes in these contexts are the result of land use intensification in lowland, at the base of the management conflict leading to the marginalization and exclusion of mountain areas from productive processes and active management policies, undermining the sustainability of medium and long term spatial planning. In addition to the implications that these changes have on landscape, it is very important to assess their ecological impact and consequences on ecosystem services provision. The aim of this study is to analyze land use changes in mountain areas of the peninsula from 1990 to 2008. The analysis has been carried out using the transition matrices derived from the Italian Land Use Inventory (IUTI). Moreover, the comparison between two different definitions of mountain (statistical and juridical) and the land use changes occurred during the same time-span in the whole Italian territory and within the National Parks, highlighted the need of a clear and unambiguous definition of mountain. This turned out to be an essential need even for future policies and management strategies, such as those related to the oncoming Common Agricultural Policy.

BIBLIOGRAFIA CITATA E DI RIFERIMENTO

Agnoletti M., 2014 – *Rural landscape, nature conservation and culture: Some notes on research trends and management approaches from a (southern) European*

perspective. Landscape and Urban Planning, 126: 66-73.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.02.012>

Agnoletti M., 2010 – *Paesaggi Rurali Storici. Per un catalogo nazionale*. Laterza ed. Bari.

Agnoletti M., 2012 – *The Italian historical rural landscape. Cultural values for the environment and rural development*. Dordrecht: Springer Verlag.

<http://dx.doi.org/10.1007/978-94-007-5354-9>

Améztegui A., Brotons L., Coll L., 2010 – *Land-use changes as major drivers of mountain pine (Pinus uncinata Ram.) expansion in the Pyrenees*. Global Ecology and Biogeography, 19: 632-641.

<http://dx.doi.org/10.1111/j.1466-8238.2010.00550.x>

Angelini P., 2014 – *Comunicazione orale in occasione del Convegno Internazionale: La Convenzione delle Alpi e la Convenzione dei Carpazi: esperienze a confronto*. Gli Appennini, una catena montuosa europea, Sarnano (MC), 23-24 Aprile 2014.

Antrop M., 2005 – *Why landscapes of the past are important for the future*. Landscape and Urban Planning, 70: 21-34.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2003.10.002>

Beniston M., 2003 – *Climatic change in mountain regions: a review of possible impacts*. Climatic Change, 59: 5-31.

<http://dx.doi.org/10.1023/A:1024458411589>

Boden S., Pyttel P., Eastaugh C.S., 2010 – *Impacts of climate change on the establishment, distribution, growth and mortality of Swiss stone pine (Pinus cembra L.)*. iForest, 3: 82-85.

<http://dx.doi.org/10.3832/ifor0537-003>

Brachetti L., Carotenuto L., Catorci A., 2012 – *Land-cover changes in a remote area of central Apennines (Italy) and management directions*. Landscape and Urban Planning, 104: 157-170.

- <http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2011.09.005>
Ceballos G., Davidson A., List R., Pacheco J.s., Manzano-Fischer P., Santos-Barrera G., Cruzado J., 2010 – *Rapid decline of a grassland system and its ecological and conservation implications*. PLoS One, 5 (1), e8562.
<http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0008562>.
- Cevasco R., Moreno D., 2012 – *The historical roots of biodiversity*. In: Historical rural landscapes. Cultural values for the environment and rural development, a cura di M. Agnoletti. Dordrecht: Springer Verlag.
- Chauchard S., Carcaillet C., Guibal F., 2007 – *Patterns of land-use abandonment control tree recruitment and forest dynamics in Mediterranean mountains*. Ecosystems, 10: 936-948.
<http://dx.doi.org/10.1007/s10021-007-9065-4>
- Chauchard S., Beilhe F., Denis N., Carcaillet C., 2010 – *An increase in the upper tree-limit of silver fir (Abies alba Mill.) in the Alps since the mid-20th century: A land-use change phenomenon*. Forest Ecology and Management, 259: 1406-1415.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2010.01.009>
- Ciancio O., 2014 – *Storia del pensiero forestale*. Rubbettino editore, pp. 543.
- Conti G., Fagarazzi L., 2005 – *Forest expansion in mountain ecosystems: “environmentalist’s dream” or societal nightmare?* Planum, 11:1-20.
- Corona P., Calvani P., Mugnozza G.S., Pompei E., 2008 – *Modelling natural forest expansion on a landscape level by multinomial logistic regression*. Plant Biosystems, 142 (3): 509-517.
<http://dx.doi.org/10.1080/11263500802410850>
- Corona P., Barbati A., Tomao A., Bertani R., Valentini R., Marchetti M., Fattorini L., Perugini L., 2012 – *Land use inventory as framework for environmental accounting: an application in Italy*. iForest, 5: 204-209.
<http://dx.doi.org/10.3832/ifer0625-005>
- Cramer V.A., Hobbs R.J., Standish R.J., 2008 – *What’s new about old fields? Land abandonment and ecosystem assembly*. Trends Ecol Evol, 23:104-12.
- Cullotta S., Marchetti M., La Mantia T., Tosi V., 2005 – *Protected forest areas in Europe - analysis and harmonisation: country report Italy*. In: COST Action E27 (PROFOR) - Reports of signatory states (Latham J, Frank G, Fahy O, Kirby K, Miller H, Stiven R eds). Federal research and training centre for forests, natural hazards and landscape (BFW), Vienna, Austria, pp. 187-209.
- De Aranzabal I., Schmitz M.F., Aguilera P., Pineda P., 2008 – *Modelling of landscape changes derived from the dynamics of socio-ecological systems. A case of study in a semiarid Mediterranean landscape*. Ecological Indicators, 8: 672-685.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2007.11.003>
- De Vecchis G., 1996 – *Da problema a risorsa: sostenibilità della montagna italiana*. Kappa Editore, pp. 312.
- Dirnböck T., Dullinger S., Grabherr G., 2003 – *A regional impact assessment of climate and land-use change on alpine vegetation*. Journal of Biogeography, 30: 401-417.
<http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2699.2003.00839.x>
- Figueiredo J., Pereira H.M., 2011 – *Regime shifts in a socio-ecological model of farmland abandonment*. Landscape Ecology, 26 (5): 737-49.
<http://dx.doi.org/10.1007/s10980-011-9605-3>
- Fischer M., Rudmann-Maurer K., Weyand A., Stöcklin J., 2008 – *Agricultural land use and biodiversity in the Alps*. Mountain Research and Development, 28: 148–155. <http://dx.doi.org/10.1659/mrd.0964>
- Führer E., 2000 – *Forest functions, ecosystem stability and management*. Forest Ecology and Management, 132: 29-38.
[http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127\(00\)00377-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127(00)00377-7)
- Gehrig-Fasel J., Guisan A., Zimmermann N.E., 2007 – *Tree line shifts in the Swiss Alps: Climate change or land abandonment?* Journal of Vegetation Science, 18: 571-582.
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1654-1103.2007.tb02571.x>
- Gellrich M., Baur P., Koch B., Zimmermann N.E., 2007 – *Agricultural land abandonment and natural forest regrowth in the Swiss mountains: a spatially explicit economic analysis*. Agriculture Ecosystems and Environment, 118: 93-108.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2006.05.001>
- Geneletti D., 2007 – *An approach based on spatial multicriteria analysis to map the nature conservation value of agricultural land*. Journal of Environmental Management, 83: 228-235.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2006.03.002>
- Gillson L., Ladle R.J., Araújo M.B., 2011 – *Baselines, patterns and process*. In: Conservation biogeography, a cura di Ladle R.J. e Whittaker R.J. Oxford: Wiley-Blackwell, pp. 31-44.
- Hobbs R.J., Higgs E., Harris J.A., 2013 – *Novel Ecosystems: Intervening in the New Ecological World Order*. Oxford: Wiley-Blackwell, pp. 380.
- Hobbs R.J., Higgs E., Harris J.A., 2009 – *Novel ecosystems: implications for conservation and restoration*. Trends in Ecology and Evolution, 24: 599-605.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.tree.2009.05.012>
- ISTAT, 2009 – *Atlante di geografia statistica e amministrativa*. URL:
http://www3.istat.it/dati/catalogo/20090728_00
- Kaplan J.O., Krumhardt K.M., Zimmermann N., 2009 – *The prehistoric and preindustrial deforestation of Europe*. Quaternary Science Reviews, 28: 3016–34.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.quascirev.2009.09.028>
- Körner C., Paulsen J., 2004 – *A world-wide study of high altitude treeline temperatures*. Journal of Biogeography, 31: 713-732.
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2699.2003.01043.x>
- MacDonald D., Crabtree J.R., Wiesinger G., Dax T., Stamou N., Fleury P., Lazpita J.G., Gibon A., 2000 – *Agricultural abandonment in mountain areas of Europe: environmental consequences and policy response*. Journal of Environmental Management, 59: 47-69.
<http://dx.doi.org/10.1006/jema.1999.0335>
- Maesano M., Giongo Alves M.V., Ottaviano M., Marchetti M., 2011 – *Prima analisi a livello nazionale per l’identificazione delle High Conservation Value Forests (HCVFs)*. Forest@, 8: 22-34.

- Marchetti M., Tognetti R., Lombardi F., Chiavetta U., Palumbo G., Sellitto M., Colombo C., Iovieno P., Alfani A., Baldantoni D., Barbati A., Ferrari B., Bonacquisti S., Capotorti G., Copiz R., Blasi C., 2010 – *Ecological portrayal of old-growth forests and persistent woodlands in the Cilento and Vallo di Diano National Park (southern Italy)*. *Plant Biosystems*, 144: 130-147.
<http://dx.doi.org/10.1080/11263500903560470>
- Marchetti M., Bertani R., Corona P., Valentini R., 2012 – *Cambiamenti di copertura forestale e dell'uso del suolo nell'inventario dell'uso delle terre in Italia*. *Forest@*, 9 (1): 170-184.
- Marchetti M., Lasserre B., Pazzagli R., Sallustio L., 2014 – *Rural areas and urbanization: analysis of a change*. *Scienze del Territorio*, 2: 239-258.
- Marchetti M., Ottaviano M., Pazzagli R., Sallustio L., 2013 – *Consumo di suolo e analisi dei cambiamenti del paesaggio nei Parchi Nazionali d'Italia*. *Territorio*, 66: 121-131.
- Marchetti M., Sallustio L., 2012 – *Dalla città compatta all'urbano diffuso: ripercussioni ecologiche dei cambiamenti d'uso del suolo*. In: *Il progetto di paesaggio come strumento di ricostruzione dei conflitti*, a cura di A.M. Ippolito. Franco Angeli Editore, pp.165-173.
- Mazzoleni S., di Martino P., Strumia S., Buonanno M., Bellelli M., 2004 – *Recent changes of coastal and sub-mountain vegetation landscape in Campania and Molise Regions in Southern Italy*. In: *Recent Dynamics of the Mediterranean Vegetation and Landscape*. A cura di Mazzoleni S., di Pasquale G., Mulligan M., di Martino P., Rego F. John Wiley & Sons., pp. 145-155.
- Meijaard E., Sheil D., 2011 – *A modest proposal for wealthy countries to reforest their land for the common good*. *Biotropica*, 43 (5): 524-528.
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1744-7429.2011.00802.x>
- Monteiro A.T., Fava F., Hiltbrunner E., Della Mariana G., Bocchi S., 2001 – *Assessment of land cover changes and spatial drivers behind loss of permanent meadows in the lowlands of Italian Alps*. *Landscape and urban planning*, 100: 287-294.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.12.015>
- Munafò M., Salvati L., Zitti M., 2013 – *Estimating soil sealing rate at national level- Italy as a case study*. *Ecological Indicators*, 26: 137-140.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.11.001>
- Navarro L.M., Pereira H.M., 2012 – *Rewilding Abandoned Landscapes in Europe*. *Ecosystems*, 15: 900-912.
<http://dx.doi.org/10.1007/s10021-012-9558-7>
- Naveh Z., Lieberman A., 1994 – *Landscape ecology, theory and application*. New York: Springer- Verlag.
- Palombo C., Chirici G., Tognetti R., Marchetti M., 2013 – *Is land abandonment affecting forest dynamics at high elevation in Mediterranean mountains more than climate change?* *Plant Biosystems*, 147 (1):1-11.
<http://dx.doi.org/10.1080/11263504.2013.772081>
- Phalan B., Onial M., Balmford A., Green R.E., 2011 – *Reconciling food production and biodiversity conservation: land sharing and land sparing compared*. *Science*, 333(6047): 1289-91.
<http://dx.doi.org/10.1126/science.1208742>
- Pisanelli A., Chiocchini F., Cherubini L., Lauteri M., 2012 – *Combining demographic and land-use dynamics with local communities perceptions for analyzing socio-ecological systems: a case study in a mountain area of Italy*. *iForest*, 5: 163-170.
<http://dx.doi.org/10.3832/ifor0615-005>
- Pontius R.G., Shusas E., McEachern M., 2004 – *Detecting important categorical land changes while accounting for persistence*. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 101(2-3): 251-268.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2003.09.008>
- Price M.F., Byers A.C., Friend D.A., Kohler T., Price L.W., 2013 – *Mountain Geography: Physical and Human Dimensions*. Berkeley and Los Angeles, California: University of California Press., pp. 367.
- Resco de Dios V., Fischer C., Colinas C., 2007 – *Climate Change Effects on Mediterranean Forests and Preventive Measures*. *New Forests*, 33: 29-40.
<http://dx.doi.org/10.1007/s11056-006-9011-x>
- Rey Benayas J., Martins A., Nicolau J., Schulz J., 2007 – *Abandonment of agricultural land: an overview of drivers and consequences*. *CAB Reviews*, 2: 1-14.
<http://dx.doi.org/10.1079/pavsnnr20072057>
- Romano B., Zullo F., 2012 – *Land Urbanization in Central Italy 50 years of evolution*. *Journal of Land Use Science*,
<http://dx.doi.org/10.1080/1747423X.2012.754963>
- Romano S., Cozzi M., 2007 – *Cambiamenti nell'uso del suolo: analisi e comparazione di mappe storiche e recenti. Il caso della Valle dell'Agri, Basilicata, Italia*. *Aestimium*, 51: 63-89.
- Ruiz-Labourdette D., Nogués-Bravo D., Ollero H.S., Schmitz M.F., Pineda F.D., 2012 – *Forest composition in Mediterranean mountains is projected to shift along the entire elevational gradient under climate change*. *Journal of Biogeography*, 39: 162-176.
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2699.2011.02592.x>
- Schirpke U., Leitinger G., Tasser E., Schermer M., Steinbacher M., Tappeiner U., 2013 – *Multiple ecosystem services of a changing Alpine landscape: past, present and future*. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*, 9 (2): 123-135.
- Sitzia T., Semenzato P., Trentanovi G., 2010 – *Natural reforestation is changing spatial patterns of rural mountain and hill landscapes: A global overview*. *Forest Ecology and Management*, 259: 1354-1362.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2010.01.048>
- Svenning J.C., 2002 – *A review of natural vegetation openness in North-western Europe*. *Biological Conservation*, 104 (2): 133-48.
- Tasser E., Schermer M., Siegl G., Tappeiner U., 2012 – *Noi artefici del paesaggio - Essenza ed evoluzione del paesaggio culturale in Alto Adige, Tirolo del Nord e Orientale*. Athesia, Bolzano.
- Van Eetvelde V., Antrop M., 2004 – *Analyzing structural and functional changes of traditional landscapes-two examples from Southern France*. *Landscape and Urban Planning*, 67: 79-95.
[http://dx.doi.org/10.1016/S0169-2046\(03\)00030-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0169-2046(03)00030-6)

Van Vuuren D.P., Sala O.E., Pereira H.M., 2006 – *The future of vascular plant diversity under four global scenarios*. Ecology and Society, 11 (2): 25.

Vera F.W.M., 2000 – *Grazing ecology and forest history*. New York: CABI, pp. 527.

Vera F.W.M., 2009 – *Large-scale nature development - the Oostvaardersplassen*. Br Wildl, 20 (5): 28-36.

Vicente-Serrano S.M., Lasanta T., Romo A., 2004 – *Analysis of spatial and temporal evolution of vegetation*

cover in the Spanish central Pyrenees: Role of human management. Environmental Management, 34 (6): 802-818.

<http://dx.doi.org/10.1007/s00267-003-0022-5>

Wagner H.H., Wildi O., Ewald K.C., 2000 – *Additive partitioning of plant species diversity in an agricultural mosaic landscape*. Landscape Ecology, 15: 219-227.

<http://dx.doi.org/10.1023/A:1008114117913>

SESSIONE / *SESSION* 7

ABSTRACTS

LA GESTIONE DEL PROGETTO EMO_nFUR LIFE+ 10/ENV/IT/399

Enrico Calvo¹, Benedetto Selleri², Giovanni Sanesi³, Elisa Barbante¹

¹ERSAF; enrico.calvo@ersaf.lombardia.it

²Parco Nord Milano

³Università di Bari, Bari

Parole chiave: governance, foreste urbane (UPF), progetto LIFE, rete di monitoraggio, comunicazione.

Keywords: governance, urban forest (UPF), life project, monitoring network, communication.

Il Progetto “Emonfur - Establishing a Monitoring Network to assess lowland Forest and Urban plantation status in Lombardy Region and Slovenian” - (LIFE+ 10 ENV/IT/399) è stato creato da ERSAF (Ente Regionale per i Servizi all’Agricoltura e alle Foreste), Parco Nord Milano, Regione Lombardia, Istituto Forestale Sloveno e Ministero sloveno dell’agricoltura e dell’ambiente. L’obiettivo del Progetto EMO_nFUR è stato quello di creare una rete di monitoraggio delle foreste urbane e periurbane al fine di proteggere questo patrimonio e orientare la loro evoluzione nel lungo

Gli obiettivi del progetto Emonfur sono stati lo studio e la valutazione di alcuni servizi ecosistemici forniti dalla foreste urbane e periurbane (UPF) e l’aumento della consapevolezza riguardo le attività di monitoraggio.

I prodotti finali del progetto sono un inventario ed un catasto delle foreste urbane e periurbane, dati di monitoraggio forniti dai plots per il periodo di tre anni di progetto (riguardanti gli aspetti forestali, la biodiversità, la pedologia e le fitopatologie) e la creazione di una rete permanente di monitoraggio in Italia ed in Slovenia. Inoltre, sono state valutate le attuali attività di governance per le foreste urbane e periurbane in Lombardia ed in Slovenia.

Infine, l’esperienza del progetto è stata raccolta in un manuale, disponibile on line, riguardante le attività di monitoraggio, i servizi ecosistemici, la pianificazione e gestione delle foreste urbane e periurbane.

Il metodo di lavoro si è basato su tre passi: coinvolgere, comunicare e “imparare facendo”. Gli attori coinvolti sono stati il Project committee (composto da un gruppo di lavoro italiano e un gruppo di lavoro sloveno), lo Scientific Board (un gruppo di esperti nel settore che hanno il compito di esaminare e validare i prodotti e i servizi sviluppati dal progetto) e lo User Committee (comitato di soggetti interessati alla tematica delle UPFs che vengono coinvolti tramite eventi di informazione e divulgazione).

“Imparare facendo”, cioè la definizione delle attività e della rete di monitoraggio permanente nei due paesi è stata raggiunta tramite la stessa attività triennale di monitoraggio, alla fine della quale si sono potuti valutare, in funzione degli esiti raggiunti, quali aspetti del monitoraggio dovevano essere obbligatori e quali facoltativi.

La comunicazione ha avuto una grandissima importanza scegliendo come strumento principale la realizzazione di workshop e l’utilizzo diffuso dei social network più importanti (facebook e twitter) e di un blog dedicato e di un sito internet: <http://www.emonfur.eu/www.emonfur.eu>.

The governance of Project EMO_nFUR LIFE+ 10/ENV/IT/399

The “Emonfur - Establishing a Monitoring Network to assess lowland Forest and Urban plantation status in Lombardy Region and Slovenian” - (LIFE+ 10 ENV/IT/399) Project was created by ERSAF (Regional Authority for Agriculture and Forests Services), Parco Nord Milano, Regione Lombardia, the Slovenian Forest Institute and Slovenian Ministry of Agriculture and Environment, which have been engaged in study and research activities applied to the sector.

The purpose EMONFUR Project is to establish a monitoring network of the urban and peri-urban lowland forests to protect this heritage and guide its long-term evolution. The objectives of EMONFUR Project are study and assess some ecosystem services provided by urban and peri-urban forests (UPF) and increase the awareness about monitoring activities. Final products of the Project are the inventory and the new cadastre of urban and lowland plantations, the data provided by the sample plots over the three-year period of the project (about forests, biodiversity, pedology and the health conditions of the vegetation) and the creation of a permanent monitoring network in Italy and Slovenia.

Furthermore, it has been assessed the implemented governance activities for the urban and periurban forests in Lombardy and Slovenia. Finally, the experience of the Project is gather up by three online manuals (regarding the monitoring activities, ecosystem services, and planning and management of the urban and peri-urban forests).

The working method is based on three steps: engage, communicate and „learn by doing”. The actors involved were the Project committee (made up of Italian and Slovenian a working group), the Scientific Board (a group of experts in the field who have the task of examining and validating the products and services developed by the project) and User Committee (committee of stakeholders deal with UPF involved through events and information disclosure). “Learning by doing”, i.e. the definition of the activities and of the permanent monitoring network in the two countries has been achieved through the same three-year monitoring activities at the end of which we were able to determine, depending on the results achieved, what aspects of monitoring were be required and which are optional. The communication has had a great

importance: the main instrument were the implementation of workshops and the use of the most important social networks (facebook and twitter) and a dedicated blog and a website: <http://www.emonfur.eu/www.emonfur.eu>.

UTILIZZO DI SISTEMI DI SCANSIONE LASER SU VEICOLI AEREI A PILOTAGGIO REMOTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI ECOSISTEMI FORESTALI

Gherardo Chirici¹, Marco Balsi², Salvatore Esposito^{2,3}, Paolo Fallavolita^{2,3}, Matteo Mura¹
Giovanni Santopoli¹, Donato Salvatore La Mela Veca⁴, Marco Marchetti¹

¹Dipartimento di Bioscienze e Territorio, Laboratorio Natural Resources & Environmental Planning, Università degli Studi del Molise, Pesche (IS), Italia

²Dipartimento di ingegneria Informatica, Elettronica e delle Telecomunicazioni, Università La Sapienza, Roma, Italia

³Oben s.r.l., Siligo (Sassari), Italia; www.oben.it

⁴Dipartimento Scienze Agrarie e Forestali, Università di Palermo, Palermo

Parole chiave: droni, UAV, Airborne Laser Scanning.

Keywords: drones, UAV, Airborne Laser Scanning.

L'utilità apportata dai dati derivanti da scansione laser aerea (Airborne Laser Scanning – ALS) nel monitoraggio del territorio è ormai consolidata sia in ambiti antropizzati, sia in aree naturali. Tuttavia, l'utilizzo di tale dato è spesso limitato dagli alti costi di acquisizione, nei quali il noleggio dell'aeromobile e del suo equipaggio incide in maniera rilevante. I recenti progressi ottenuti nella tecnologia del controllo remoto e autonomo, hanno portato al sempre più frequente utilizzo di veicoli aerei a pilotaggio remoto (Unmanned Aerial Vehicles - UAVs) come piattaforme di telerilevamento equipaggiate con sensori attivi o passivi, soprattutto nel caso di rilievo su piccole aree. Solo molto recentemente i sistemi ALS sono stati miniaturizzati e resi più leggeri per poter essere trasportati su piattaforme UAV. Questi sistemi consentono di volare ad una quota minore e con una velocità di crociera ridotta rispetto alle aeromobili con equipaggio, restituendo quindi una maggiore densità di punti (echi/m²), aspetto questo di notevole rilevanza in applicazioni forestali. Questo contributo ha lo scopo di introdurre alla sperimentazione di un sensore ALS ultraleggero destinato all'utilizzo su piattaforma UAV in ambiti forestali localizzati sia in Regione Molise che in Regione Sicilia.

Laser scanning systems on unmanned aerial vehicles for forest ecosystems monitoring

The utility made of data from Airborne Laser Scanning (ALS) in land monitoring is well-established in both urban and natural areas. However, the use of this data is often limited by the high cost of acquisition, mainly for aircraft and pilots hiring. Recent advances in the autonomous remote control technology, led to more frequent use of Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) such as remote sensing platforms equipped with active or passive sensors, especially if small areas have to be investigated. Very recently ALS systems have been developed to be small and light enough to be transported on UAV platforms. These systems allow to fly at a lower altitude and with a reduced cruise speed, if compared to manned aircraft, returning with a greater density of points (echoes/m²), this aspect is of considerable importance in forestry applications. This paper aims to introduce the first results of a test phase carried out with an ultra-light ALS sensor on a UAV platform over two in forest areas located in Molise and Sicily Regions.

MONITORAGGIO DELLA NATURALITÀ DELLE FORESTE A SCALA PAN-EUROPEA: IL CASO DI STUDIO DEI BOSCHI DI FAGGIO

Gherardo Chirici¹, Annemarie-Bastrup Birk², Marco Marchetti¹

¹Dipartimento di Bioscienze e Territorio, Laboratorio Natural Resources & Environmental Planning, Università degli Studi del Molise, Pesche (IS), Italy

²European Environment Agency, Forests and Environment, Copenhagen; annemarie.bastrup-birk@eea.europa.eu

Parole chiave: naturalità, foreste, monitoraggio.

Keywords: naturalness, forests, monitoring.

Le foreste europee rappresentano circa il 5% delle foreste del mondo e il loro stato è risultato di complesse interazioni tra uomo e ambiente. Da più di 200 anni, la copertura forestale è in costante aumento in Europa. Progetti di afforestazione e riforestazione intensivi sono stati avviati in molti paesi fin dall'inizio dell'800 come risposta alla scarsa disponibilità di risorse legnose. In tempi più recenti, le aree urbane sono aumentate determinando una pressione sugli ambienti naturali e semi-naturali. E allo stesso tempo, la riforestazione naturale è in aumento come conseguenza dell'abbandono delle zone rurali e dei pascoli di montagna.

Negli ultimi dieci anni è stato avviato un significativo sforzo finalizzato alla valutazione della presenza di ambienti naturali nelle aree agricole d'Europa (*High Nature Value – HNV* farmlands). Il concetto di HNV si basa sia sulla protezione della biodiversità che sulla prosecuzione di attività agricole specifiche su alcuni tipi di terreni. Esempi tipici sono i sistemi di praterie semi-naturali, l'olivicoltura tradizionale, la viticoltura e la frutticoltura, paesaggi come la *dehesa*, il *montado* e l'allevamento estensivo in paesaggi di tipo *bocage*. Il concetto di HNV per i terreni agricoli è stato adottato come un indicatore specifico nel processo SEBI ma fino ad ora nessun concetto simile è stato ancora sviluppato per valutare il livello di maggiore o minore naturalità delle foreste in Europa. Qualunque sia la definizione e il metodo di monitoraggio adottato, la valutazione della naturalità forestale è essenziale per sostenere l'attuazione delle politiche europee di protezione ambientale. Questo sviluppo si riflette nell'agenda politica dell'Unione europea (Europe 2020, Biodiversity Strategy 2020, 7° EAP).

Il presente contributo ha per scopo la sperimentazione di un metodo per l'identificazione delle aree forestali naturali, o semi-naturali basato sull'applicazione di un modello multicriteriale con logica sfocata applicato in modo estensivo su tutto il territorio pan-Europeo, adottando una risoluzione spaziale di 1 km e sviluppato sperimentalmente per le foreste dominate dal faggio (*Fagus sylvatica*).

Cinque variabili sono state testate: i) la naturalezza della composizione delle specie arboree, ii) emero-bio, iii) provvigione di massa legnosa, iv) l'accessibilità, v) la connettività. Diverse combinazioni lineari ponderate sono stati testati in modo ricorsivo utilizzando diverse simulazioni di Monte Carlo e i risultati sono stati confrontati con la dislocazione spaziale reale di boschi di faggio vetusti. L'ottimizzazione del modello e la valutazione dell'accuratezza sono stati realizzati applicando il metodo Relative Operating Characteristic (ROC) al fine di predire la presenza/assenza di foreste vetuste. Abbiamo scoperto che la migliore combinazione è stata ottenuta con tre variabili (naturalezza, accessibilità e connettività) ottenendo un AUC di 0,809. Lo studio condotto per i boschi di faggio ha dimostrato la possibilità di mappare lo stato di naturalità delle foreste Europee grazie all'uso di strumenti di analisi multi-criteriali basati esclusivamente su dati già disponibili a scala pan-Europea.

Pan-European forest naturalness monitoring: the beech case study

European forests represent around 5% of world's forests and are the result of complex interactions between man and environment over the last thousands of years. Over more than 200 years, the forest cover has steadily increased in Europe. Intensive afforestation and reforestation projects were started in many countries since the beginning of the 1800's as a response to the lack of timber resources. In more recent times, urban areas have increased determining a stronger pressure on natural and semi-natural environments. And at the same time, natural reforestation is increasing as a consequence of the abandonment of rural mountain pasture and agricultural lands.

Over the last decade a significant effort has been made to estimate the presence of High Nature Value (HNV) farmland in Europe. The concept of HNV farmland ties together the biodiversity to the continuation of farming on certain types of land and the maintenance of specific farming systems. Typical examples include semi-natural grassland systems, traditional olive, vine and fruit production, *dehesa*, *montado* and extensive farming in "*bocage*" landscapes. High Nature Value farmland was adopted as a specific indicator in the SEBI process (SEBI 020: Agriculture: area under management practices potentially supporting biodiversity). So far no similar concept has been developed for assessing the area of High Nature Value forests in Europe. Whatever the definition and the monitoring method adopted, the assessment of forest naturalness is essential to support European environmental protection policy implementation. This development is mirrored in the policy agenda of the EU (Europe 2020, Biodiversity Strategy 2020, 7thEAP).

The present work focuses on identifying areas of natural forests, or semi-natural forests that approximate to naturalness through the application of a model based on fuzzy Multicriteria Analysis applied wall-to-wall in Europe with a geographical resolution of 1 km x 1 km to Beech (*Fagus sylvatica*) dominated forest. Five variables were tested: i) naturalness of tree species composition, ii) hemeroby, iii) growing stock volume, iv) accessibility, v) connectivity. Different weighted linear combinations were recursively tested using different Monte Carlo simulations and model results were compared with the real locations of old-growth beech forests. This accuracy assessment was carried out applying a Relative Operating Characteristic (ROC) and calculating the Area Under the Curve (AUC) accuracy indicator in order to find the best model able to better predict the presence/absence of old-growth forests. We found that the best combination was obtained with three variables. The AUC for naturalness alone was 0.706, naturalness and accessibility was 0.787 and naturalness, accessibility and connectivity together was 0.809. The study carried out for beech forests demonstrated the feasibility of assessing a wall-to-wall forest naturalness based on spatially explicit multi-criteria analysis of available pan-European datasets.

USING IRREGULAR PERMANENT PLOT DATA TO CALIBRATE GROWTH SIMULATORS – A CASE STUDY FOR *PINUS PATULA* IN KENYA

Rita Juma¹, Timo Pukkala¹, Sergio de-Miguel¹, Mbae Muchiri²

¹University of Eastern Finland, Joensuu, Finland, timo.pukkala@uef.fi

²Kenya Forest Research Institute, Nairobi, Kenya

Keywords: model recovery, stand dynamics, observational plots, permanent sample plots.

The minimum set of sub-models for simulating stand dynamics on an individual-tree basis consists of tree-level models for diameter increment and survival. Ingrowth model is a necessary third component in uneven-aged management. The development of this type of model set needs data from permanent plots, in which all trees have been numbered and measured at regular intervals for diameter and survival. New trees passing the ingrowth limit should also be numbered and measured. Unfortunately, few datasets meet all these requirements. The trees may not have numbers or the length of the measurement interval varies. Ingrowth trees may not have been measured, or the number tags may have disappeared causing errors in tree identification. This article discussed and demonstrated the use of an optimization-based approach to individual-tree growth modelling, which makes it possible to utilize data sets having one or several of the above deficiencies. The idea is to estimate all parameters of the sub-models of a growth simulator simultaneously in such a way that, when simulation begins from the diameter distribution at the first measurement occasion, it yields a similar ending diameter distribution as measured in the second measurement occasion. The method was applied to *Pinus patula* permanent sample plot data from Kenya. In this dataset, measurement interval varied from 1 to 13 years. Two simple regression approaches were used and compared to the optimization-based model recovery approach. The optimization-based approach resulted by far more accurate simulations of stand basal area and number of surviving trees than the equations fitted through regression analysis.

DINAMICHE VEGETAZIONALI PRE E POST INCENDIO E INDIRIZZI SELVICOLTURALI PER LA PINETA COSTIERA ARTIFICIALE DI *PINUS PINEA* L. DI ARBOREA (SARDEGNA)

Raffaella Lovreglio¹, Sergio Campus¹, Roberto Scotti¹, Marco Mura¹, Irene Piredda¹, Massimo d'Angelo¹

¹Department of Agriculture, Nuoro Forestry School, University of Sassari, Nuoro Italy

Parole chiave: pino domestico, strategie di rinnovazione, *point-centeredquarter*(PCQ).

Keywords: stone pine, regeneration strategies, *point-centeredquarter* (PCQ).

Il fuoco ha da sempre agito come attore ecologico sul funzionamento degli ecosistemi modificando la vegetazione (Attiwill, 1994; Moreno e Oechel, 1994; Lavorel *et al.*, 1998), modellando paesaggi (Gillson, 2009) e contribuendo a mantenere habitat eterogenei e diversità biologica (Moreira *et al.*, 2001; Blondel *et al.*, 2010). L'alterazione del regime del fuoco (in termini di incidenza di severi e grandi eventi) può avere conseguenze sulla diversità vegetazionale degli ecosistemi del Mediterraneo (Zedler *et al.*, 1983; Vázquez e Moreno, 2001; Lloret *et al.*, 2003) che hanno facile capacità di recupero dopo l'incendio attraverso un processo di autosuccessione (Hanes, 1971; Trabaud, 1994) sulla base di molteplici strategie di rinnovazioni. Studi relativi al pino domestico dimostrano che la specie non ha sviluppato efficienti strategie di rinnovazione post - incendio: la maturazione triennale e non troppo precoce, il peso dei semi e la mancanza di serotinia la rendono particolarmente suscettibile all'azione reiterata del fuoco (Tapias *et al.*, 2001). Per tali ragioni le formazioni a pino domestico rappresentano un sistema estremamente delicato e fortemente a rischio (Gallegos Pérula *et al.*, 2003). La capacità di adattamento del pino domestico agli incendi nei diversi ambienti è quindi uno dei fattori da valutare attentamente nei progetti di recupero delle aree percorse dal fuoco nell'area mediterranea.

L'obiettivo principale di questo lavoro è quello di descrivere e quantificare la risposta della vegetazione, dopo il passaggio del fuoco in una formazione di pineta di pino domestico mediterranea a diversa composizione di specie a strategia *seedere resprouter* per indicare possibili interventi selvicolturali post-incendio a carattere sistemico.

Il contributo analizza la dinamica post incendio della pineta costiera artificiale di *Pinus pinea* L. di Arborea (8° 32' E; 39° 48' N) nel golfo di Oristano, realizzata nel 1933 per un totale di 432.60 ettari. Parte della pineta è stata interessata da un incendio verificatosi nel 2007.

La ricerca si è focalizzata sulla caratterizzazione della cenosi prima e dopo il passaggio del fuoco al fine di verificare la resilienza delle specie della macchia in termini di crescita e di recupero della copertura, valutare la presenza pre e post incendio della rinnovazione naturale di pino domestico e definire una procedura di monitoraggio a supporto di specifici interventi gestionali. Il metodo di rilievo scelto è il *point-centered quarter (PCQ)* (Cottam G., Curtis J.T., 1956). Questa tecnica consentì di analizzare con efficienza ed efficacia diverse caratteristiche direttamente connesse alla funzionalità e alla complessità del sistema ambientale, prima e dopo il passaggio del fuoco, e caratterizzare le dinamiche successionali della biocenosi. Il rilievo condotto in aree percorse e non dal fuoco ha riguardato le tre componenti di rinnovazione arborea (*Pinus pinea* L. e *Eucalyptus* spp.), strato arbustivo e componente arborea. In quest'ultima in particolare sono stati stimati i parametri di densità (n/ha), area basimetrica media (m²), area basimetrica totale (m²/ha), diametro medio (cm) e grado di copertura (%). In particolare per la componente arbustiva e per la rinnovazione arborea l'oggetto della misurazione con il metodo PCQ non è la specie in sé, ma corrisponde ad un "aggregato funzionale" costituito da più individui anche appartenenti a specie diverse, come avviene nel caso degli arbusti e dei nuclei di rinnovazione di pino domestico di cui si è stimato la densità assoluta (n/ha), densità relativa (%), copertura assoluta (%), copertura relativa (%), frequenza assoluta (%) e frequenza relativa (%). Nelle aree percorse dall'incendio è stata osservata una significativa variazione dal punto di vista strutturale. I nuclei di rinnovazione gamica si osservano diffusamente sotto forma di collettivi aggregati con leader, ma sono presenti anche numerosi elementi di rinnovazione isolati. Nelle aree non incendiate sotto la copertura arborea a maggiore densità la rinnovazione di pino domestico è pressoché del tutto assente. Dal punto di vista compositivo si è inoltre riscontrata la prevalenza di *Cistus salviifolius* L. e *Pistacia lentiscus* L. nelle aree interessate dal fuoco rispetto alle zone non percorse. Il cisto, meno osservabile nella pineta indisturbata, ha un seme molto longevo che si conserva per lungo tempo nel suolo allo stato dormiente e riesce a germinare a seguito della rottura del tegumento causata dalle alte temperature (Thanos and Georghiou 1988; Ferrandis *et al.*, 1996).

Pre and post fire regeneration dynamics and silvicultural management for the coastal stone pine (*Pinus pinea* L.) in Arborea (Sardinia)

Fire acts as a basic factor on ecosystem functioning and as a major ecological driver of vegetation changes (Attiwill, 1994, Moreno and Oechel, 1994, Lavorel *et al.*, 1998), by modeling landscapes (Gillson, 2009) and contributing to maintain habitat heterogeneity and biological diversity (Moreira *et al.*, 2001; Blondel *et al.*, 2010).

Although Mediterranean vegetation is able to cope with fire (Trabaud 1987a, Pausas 1999a), alterations in the fire regime (for instance in terms of higher fire recurrence or incidence of large events) can generate important consequences in Mediterranean ecosystems (Zedler *et al.*, 1983, Vázquez and Moreno, 2001; Lloret *et al.*, 2003) and their plant diversity.

It is well documented that Mediterranean ecosystems readily recover after fire through an auto successional process (Hanes, 1971; Trabaud, 1994) based on efficient regeneration strategies. Post-fire recovery is usually realized by direct regeneration, i.e., the fast recovery of a plant community made up by the same species pool that existed before the disturbance (Rodrigo *et al.*, 2004).

The main aim of this research was to describe and quantify short-term vegetation response after fires in a Mediterranean Italian stone pine forest, hosting a different composition of *seeder* and *resprouter* species. Recovery processes were investigated in order to highlight differences in resilience mechanisms among species with different restoration strategies. Studies on the stone pine show that this species has not developed efficient post-fire regeneration strategies: the long interval for having mature seeds, the high seed weight too big for wind dispersal and lack of serotiny make it particularly susceptible to the action of repeated fire (Tapias *et al.* 2001). For these reasons, the stone pine forests represent an extremely delicate and, in many stations, are at great risk (bud scale Gallegos *et al.*, 2003). The adaptability of this species to fires in different environments is therefore one of the factors to be evaluated carefully in programs for the recovery of burned areas in the Mediterranean basin. This paper analyzes the post-fire dynamics of the coastal artificial stone pine stands (*Pinus pinea* L.) of Arborea (8° 32'E, 39° 48"N) in the Gulf of Oristano, made in 1933 on a total surface of 432.60 hectares. Part of the stone pine forest was affected by a fire in 2007. The main objective of this paper is to describe and quantify the after fire response of vegetation, in a pine forest characterized by different Mediterranean species with different regeneration strategies (seeder/resprouter) to indicate possible post-fire silvicultural guidelines. In detail, the aims of the research were: to analyse the behavior of the coenoses after fire; to verify the post-fire growth and canopy recovery of the Mediterranean maquis; to evaluate natural regeneration of Italian stone pine (*Pinus pinea* L.); to verify the effectiveness of Italian stone pine plantation in enhancing the establishment of the forest cover and the evaluation of different post-fire restoration practices. The data collection method is the *point-centered quarter method* (PCQ) (Cottam G. and Curtis J.T., 1956) which exhibits a variety of features and allows good results in the functionality and complexity assessment before and after the fire. Information obtained from the PCQ makes possible to characterize the successional dynamics of biotic communities. The survey included the three components of regeneration, namely regeneration layer, shrub layer and trees layer. For the shrubby component and for the arboreal regeneration the object of measurement by PCQ is not the species itself, but the "functional aggregate" consisting of multiple individuals even belonging to different species, as in the case of shrubs and regeneration of pine nuclei; the absolute density (n/ha), relative density (%), absolute coverage (%), relative cover (%), absolute frequency (%) and relative frequency (%) were considered.

In the areas swept by fire there was a significant change from the structural point of view. The nuclei of gamic regeneration are widely observed under the form of aggregates with a leader tree, but there are also many elements of regeneration. In areas not burned under the higher density tree cover regeneration of pine is almost entirely absent.

From the point of view of composition we also found the prevalence of *Cistus salvifolius* L. and *Pistacia lentiscus* L. in the areas affected by the fire compared to areas not covered. The cistus, less observable in the undisturbed pine forest, has a very long-lived seed that can be stored for long time in the soil at the dormant state and can germinate after the cracking of hard seed coats caused by high temperatures (Thanos and Georgiou, 1988; Ferrandis *et al.*, 1996).

LIDAR COME SUPPORTO ALLA GESTIONE SOSTENIBILE DELLE FORESTE MONTANE: CASO STUDIO IN ALTA VAL DI SUSA

Fabio Meloni¹, Emanuele Sibona¹, Lucia Caffo², Matteo Garbarino³, Renzo Motta¹

¹University of Turin, Department of Agricultural, Forest and Food Sciences, (TO) Italy, fabio.meloni@unito.it

²Consorzio Forestale Alta Val di Susa, Oulx (TO); cf.avs@tin.it

³Polytechnic University of Marche, Department of Agricultural, Food and Environmental Sciences, Ancona; m.garbarino@univpm.it

Parole chiave: LiDAR, NewFor, biomassa legnosa, telerilevamento, Arco Alpino.

Keywords: LiDAR, NewFor, wood biomass, remote sensing, Alps.

Le foreste montane svolgono diversi servizi ecosistemici che sono garantiti e massimizzati attraverso una gestione forestale ecologicamente ed economicamente sostenibile. Questo tipo di gestione necessita di una conoscenza il più possibile accurata della quantità, della localizzazione e dell'accessibilità della biomassa legnosa.

Proprio in quest'ambito si inserisce il progetto Spazio Alpino "NewFor" (NEW technologies for better mountain FOREst timber mobilization) che, coinvolgendo 14 partners appartenenti a 6 paesi dell'Arco Alpino, si propone di utilizzare il LiDAR (LIght Detection And Ranging) per migliorare la qualità dei dati disponibili e ridurre tempi e costi di rilievo.

Come partner del progetto il Dipartimento DISAFA di Torino ha individuato come area di studio l'Alta Val di Susa, in particolare l'area del Cotelivier, nel comune di Oulx (TO), la cui vegetazione forestale è rappresentata prevalentemente da boschi di conifere (larice, abete rosso e pino silvestre) e latifoglie miste sul basso versante. Tale area è gestita attivamente dal Consorzio Forestale Alta Val di Susa (CFAVS).

I dati acquisiti nell'estate 2012 tramite LiDAR aviotrasportato sono stati elaborati in ambiente GIS per ottenere modelli digitali ad alta risoluzione (DTM, DSM e CHM) utili per estrapolare con opportuni algoritmi le informazioni spaziali e dendrometriche (posizione, altezza e proiezione della chioma delle singole piante) necessarie a stimare la struttura, la densità e la biomassa dell'intero popolamento analizzato.

Si è in seguito verificata la qualità dei dati e della loro interpretazione tramite una campagna di rilievi a terra che ha previsto un totale di 33 aree di saggio, stratificate in base all'abbondanza delle specie principali. I rilievi a terra sono stati condotti utilizzando il sistema FieldMap™, che integra un software GIS (spazializzazione dei dati), un telemetro laser (distanze, angoli e altezze) e un GPS (georeferenziazione dei dati), che dialogano tra loro tramite Bluetooth.

Infine, quale ulteriore mezzo di validazione dei dati, sono stati effettuati tagli di utilizzazione in un subcampione di 3 aree sperimentali, che hanno consentito la misura diretta degli alberi abbattuti.

In questo contributo sono presentati i risultati ottenuti e vengono discusse le potenzialità del LiDAR quale supporto per la gestione sostenibile delle foreste di montagna.

LiDAR as a support for the sustainable management of mountain forests: High Susa Valley test site

Mountain forests perform different ecosystem services which are guaranteed and maximized through an ecologically and economically sustainable forest management. This kind of management requires the best possible knowledge about quantity, localization and accessibility of wood biomass.

The Alpine Space project "NewFor" (NEW technologies for better mountain FOREst timber mobilization) fits exactly in this scenario. 14 partners from 6 countries of the Alps are involved and the idea is to use the LiDAR (LIght Detection And Ranging) technology to improve the quality of the available data and minimize time and expense of vegetation surveys.

As a partner of the project, the DISAFA Department of Turin identified the High Susa Valley as the study area, in particular the Cotelivier area, in the municipality of Oulx (TO), whose forest vegetation consists mainly of coniferous forests (larch, spruce and scots pine) and mixed broadleaves on the low side. This area is actively managed by the High Susa Valley Forest Consortium (CFAVS). Data acquired in the summer of 2012 by airborne LiDAR have been processed in a GIS environment to obtain high-resolution digital models (DTM, DSM and CHM) which were useful to extract, through proper algorithms, the spatial and dendrometric informations (position, height and crown projection of individual tree) needed to estimate structure, density and biomass of the entire population.

It was later verified the quality of the data and their interpretation through a ground surveys campaign which provided a total of 33 sample plots, stratified according to the abundance of the main species. Ground surveys were made using the FieldMap™ system, which integrates a GIS software (spatial data), a laser rangefinder (distances, angles and heights) and a GPS (geo-referenced data), communicating with each other via Bluetooth.

Finally, as a further means of data validation, forest cuts were made in a sub-sample of 3 experimental plots, which allowed direct measurement of felled trees.

In this paper achieved results are presented and the potential of LiDAR as a support for a sustainable management of mountain forests is discussed.

GLOBAL FOREST SURVEY, UNA RETE GLOBALE E PERMANENTE DI AREE DI SAGGIO PER IL MONITORAGGIO DELLE FORESTE

Danilo Mollicone¹

¹Forestry Department of United Nations Food and Agriculture Organization, Roma; danilo.mollicone@fao.org

Parole chiave: aree di saggio permanenti, foreste globali, libero accesso ai dati.

Keywords: permanent sampling plot, global forests, free data policy.

Il Dipartimento Forestale della FAO con il supporto finanziario del Ministero dell'Ambiente della Germania, ha iniziato un progetto pilota, Global Forest Survey (GFS), per il monitoraggio delle foreste a scala globale e regionale. GFS realizzerà una azione di cooperazione globale tra molte istituzioni ed organizzazioni tecniche del settore forestale, nazionali ed internazionali, per supportare le attività del progetto ed in particolare la raccolta dei dati in campo. L'obiettivo principale è quello di utilizzare i dati di campo per caratterizzare e comprendere le foreste del mondo. La raccolta dei dati sarà basata su di un disegno statistico e di protocolli di campionamento saranno sviluppato per valutare le foreste a partire da parametri di base a dinamiche complesse. I dati saranno raccolti dalle organizzazioni partner, autorità locali e le comunità attraverso azioni di formazione e, se necessario, direttamente da personale specializzato FAO. Tutti i dati raccolti nel contesto di GFS saranno liberamente disponibili, accessibili e scaricabili attraverso un portale internet che fornirà anche strumenti liberi per l'analisi dei dati. GFS promuoverà politiche per il libero accesso ai dati come un fattore per migliorare la nostra attuale conoscenza e comprensione delle foreste.

Global Forest Survey, a global network of permanent sampling plot to monitor forests

The UN-FAO Forestry Department, thanks to the financial support of the German Ministry of Environment, has recently started a new pilot global project, Global Forest Survey, to monitor forests at regional and global scale.

The GFS will establish a larger cooperation action among technical and research organisations to collect forest inventory data through a network of field plots all around the world. GFS will be coordinated by FAO's Forestry Department. The main objective is to use the plot data generated by GFS to provide information needed to characterize and to understand the status of the world's forests. The data collection will be based on a multi-scale sampling design and measurement protocols will be developed to assess forests from basic parameters to complex dynamics. Data will be collected by partner organisations, local authorities and communities through capacity building actions and, where needed, directly by FAO specialised staff. All the data collected in the context of GFS will be freely available, accessible and downloadable through a web-based GIS-enabled portal that will also provide open source tools for data analysis. GFS will promote the worldwide use of open data policies as a factor to improve our current knowledge and understanding of forests.

STIMA DELLA BIOMASSA EPIGEA DI POPOLAMENTI A MACCHIA MEDITERRANEA

Costantino Sirca^{1,2}, Antonio Caddeo¹, Serena Marras^{1,2}, Valentina Bacciu², Donatella Spano^{1,2}

¹DIPNET, Dipartimento di Scienze della Natura e del Territorio, Università di Sassari, Sassari, Italia

²Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici (CMCC), Divisione IAFENT, Sassari, Italia

Parole chiave: relazioni allometriche, Protocollo di Kyoto, ricolonizzazione, crediti di carbonio.

Keywords: shrubland, allometric equations, biomass stock, recolonisation.

A circa 15 anni dalla stipula del Protocollo di Kyoto e delle successive azioni a livello nazionale necessarie alla sua implementazione, la comunità scientifica sottolinea ancora la necessità di avere stime attendibili della biomassa delle formazioni forestali.

Questo fatto è particolarmente evidente per le superfici a macchia mediterranea, per la quale questa informazione è necessaria sia per la gestione, sia per il conteggio degli stock di carbonio e le implicazioni legate al contesto dei cambiamenti climatici. I dati disponibili sulla biomassa e gli stock di carbonio si presentano, oltre che limitati, anche notevolmente eterogenei. Questo fatto è dovuto anche a limitazioni intrinseche nella struttura delle specie arbustive che rendono di difficile applicazione le metodologie classiche utilizzate per le formazioni forestali arboree.

In questo lavoro è stata sviluppata e applicata una metodologia speditiva di stima della biomassa epigea di specie della macchia mediterranea basata sulle relazioni volume apparente/biomassa.

Il volume apparente di tre specie (*Cistus monspeliensis*, *Euphorbia dendroides* e *Pistacia lentiscus*) è stato stimato i) assimilando la forma delle piante a solidi regolari e ii) tramite l'uso di immagini digitali del contorno delle piante. I volumi ottenuti con entrambe le metodologie hanno mostrato un'alta relazione con i pesi secchi degli individui campionati e hanno consentito l'ottenimento dei valori di densità apparente e le relative equazioni volume-biomassa. I campionamenti sono stati effettuati in un'area a macchia della Sardegna nord-orientale (isola dell'Asinara). Nella stessa isola si è quindi effettuata una campagna di misure in popolamenti a macchia caratterizzati da diverso grado di ricolonizzazione (basso, medio, alto).

Le misure hanno consentito la stima del volume delle singole specie e i relativi gradi di copertura. Da questi dati e dalle relazioni volume-biomassa precedentemente ottenuti è stata ottenuta la stima della biomassa epigea delle principali specie. Ulteriori misure effettuate nelle medesime aree di saggio hanno consentito la stima della quantità di lettiera e di necromassa.

La biomassa epigea media è risultata mediamente pari a 23500 kg ha⁻¹ di sostanza secca, con notevoli variazioni in funzione del grado di ricolonizzazione. Di poco inferiore è risultato il quantitativo di lettiera (21500 kg ha⁻¹ s.s.). Il lavoro ha consentito l'ottenimento di valori di densità apparente e le equazioni allometriche volume apparente-biomassa potenzialmente utilizzabili anche in altri contesti con presenza di queste specie, nonché di valori di biomassa di queste superfici che contribuiscono a colmare la carenza di questo tipo di dati. Infine, i valori di biomassa e contenuto di C ottenuti integrano il quadro presente in letteratura, contribuendo a porre in risalto il ruolo svolto dagli ecosistemi a macchia nel contesto del bilancio globale del carbonio.

Biomass estimation of Mediterranean maquis ecosystem

After 15 years since the Kyoto protocol and the subsequent actions at international level necessary to implement what agreed, the scientific community still highlights the needs to have reliable biomass data related to Mediterranean maquis ecosystems, which are necessary for the assessment of the carbon pools of forestry ecosystems (following the IPCC LULUCF guidelines).

These data are also essential to manage these areas. Moreover, the data available for Mediterranean maquis ecosystems are often variable, depending on the natural patchiness of these surfaces in terms of species and plant structure. The structure of the species makes difficult to apply the standardised methodologies for assessing the biomass that are usually used in forestry tree species.

In this work, a methodology to assess the above ground biomass of shrub species based on the apparent volume-biomass relationships has been developed and evaluated. The work was carried out in Italy (North-Western Sardinia, Asinara island). Three of the main Mediterranean maquis species (*Cistus monspeliensis*, *Euphorbia dendroides*, and *Pistacia lentiscus*) were chosen. The apparent volume of selected plants was estimated i) assuming that the plant shape is roughly correspondent to a regular 3D solid, and ii) using a methodology based on the analysis of digital orthogonal images of the plants.

These methodologies allowed to obtain the allometric volume-biomass equation for these species, and the apparent volumes obtained with the two methods showed a high correlation with the measured biomass, so the apparent density values for each species were calculated.

Three areas with different structural characteristics of the vegetation were then chosen, to take into account the variability of the site, according to their degree of recolonisation (low, medium, high). In these areas, the apparent volume and ground cover value was estimated for the three investigated species. Then, starting from the apparent density values previously obtained, the above ground biomass of the three species was estimated. Additional sampling in the same areas was carried out to estimate the litter and dead wood quantities.

The above ground biomass, on average, was 23500 kg ha⁻¹, with significant differences depending on the recolonisation degree. It is remarkable that the litter load values, on average, were slightly lower (21500 kg ha⁻¹, on average).

This work allowed obtaining the allometric equations for these species that could be applied for sites with similar structure, and useful above ground, litter, and dead wood biomass data.

MODELLIZZAZIONE DEGLI EFFETTI DI SCENARI DI GESTIONE FORESTALE ALTERNATIVI SULLA PRODUZIONE LEGNOSA IN CONTESTI MEDITERRANEI. L'APPROCCIO MiMoSe

**Lorenzo Sallustio³, Marco Marchetti³, Francesca Bottalico¹, Matteo Vizzarri³, Leonardo Antonello¹
Anna Barbati², Gherardo Chirici³, Piermaria Corona⁴, Sebastiano Cullotta⁵
Raffaele Laforteza⁶, Susanna Nocentini¹, Fabio Lombardi³**

¹Dipartimento di Gestione dei Sistemi Agrari, Alimentari e Forestali, Università degli Studi di Firenze, Firenze, Italy; davide.travaglini@unifi.it

²Dipartimento per l'Innovazione nei Sistemi Biologici, Agroalimentari e Forestali, Università degli Studi della Toscana, Italy

³Dipartimento di Bioscienze e Territorio, Università degli Studi del Molise, Italy

⁴Consiglio per la ricerca e la sperimentazione in agricoltura, Forestry Research Centre, Italy

⁵Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali, Università degli Studi di Palermo, Italy

⁶Dipartimento di Scienze Agro-Ambientali e Territoriali, Università degli Studi di Bari "Aldo Moro", Italy

Parole chiave: servizi ecosistemici, gestione forestale, mappatura, modellizzazione, Progetto MiMoSe.

Keywords: ecosystem services, forest management, mapping, modeling, MiMoSe project.

I servizi ecosistemici (SE) sono definiti come i benefici che gli ecosistemi forniscono all'uomo. Gli ecosistemi forestali forniscono molti beni e servizi essenziali, quali il controllo delle inondazioni e delle frane, la prevenzione dell'erosione e il mantenimento della fertilità del suolo, la qualità dell'acqua e dell'aria, la biodiversità, la fornitura di habitat per la fauna selvatica, di spazi ricreativi per gli esseri umani, la qualità estetica dei paesaggi naturali, la legna da ardere, il legname da opera e fibra, la biomassa, ed i prodotti forestali non legnosi. La qualità e la quantità di tali beni e servizi sono influenzati dalla gestione forestale, in modo particolare nell'area mediterranea, dove la foresta è stata da sempre utilizzata dall'uomo. Lo scopo del presente studio è quello di proporre una metodologia (Mimose - Multiscale Mapping of ecoSystem services), basata sull'integrazione di immagini telerilevate e rilievi a terra per la produzione di un geodatabase contenente informazioni riguardanti la gestione forestale a livello di singole particelle, utili ai fini dell'analisi di diversi SE e dei trade-off tra gli stessi. Tale approccio è stato applicato a tre diversi scenari di gestione forestale per la Regione Molise (4438 km²), ai fini di valutarne gli effetti sulla produzione di legna (da ardere e da opera). La procedura si basa sulla costruzione di un particellare forestale regionale tramite un processo di segmentazione multidimensionale delle immagini, a cui sono state attribuite informazioni riguardanti il tipo forestale, la forma di governo (cedui e fustaie), l'età, la provvigione, la pendenza e la presenza di vincoli legati ad aree protette. Lo scenario gestionale "A" è stato realizzato sulla base delle norme forestali locali al fine di rispecchiare una condizione business-as-usual. Inoltre, sono stati identificati due scenari alternativi che riflettono strategie gestionali maggiormente orientate alla conservazione della natura (scenario B) o alla produzione di legno (Scenario C), rispetto allo scenario A. Questi scenari sono stati quindi applicati ad un arco temporale di 20 anni, utilizzando comuni strumenti GIS. I risultati preliminari rappresentano la base per una futura implementazione della modellistica relativa alla mappatura dei servizi ecosistemici nell'ambito della pianificazione forestale. L'approccio è stato sviluppato con particolare riferimento ad un contesto mediterraneo, ma tale metodologia si propone di essere adattabile e trasferibile a diverse regioni ecologiche a livello globale.

Modeling the influence of alternative forest management scenarios on wood production in the Mediterranean region. The MiMoSe approach

Ecosystem services (ES) are defined as the benefits that human obtain from ecosystems. Forest ecosystems provide many essential goods and services, such as flood and landslide control, erosion prevention and maintenance of soil fertility, water and air quality, biodiversity, wildlife habitat, recreational space for humans and aesthetic appreciation of natural landscapes, wood for fuel, construction and fibre, biomass for energy, and non-timber forest products. The quality and quantity of these goods and services are influenced by forest management, especially in the Mediterranean area where the forest has been exploited for a long time. In this study, we propose a method (MiMoSe-Multiscale Mapping of ecoSystem services) based on the integration of remotely sensed images and field observation to produce a wall-to-wall geodatabase of forest parcels containing various information useful as a basis for trade-off analysis of different ES. Here, we present the application of the MiMoSe approach to assess the effects of three forest management scenarios on wood production in Molise Region in Central Italy (4,438 km²). The procedure is based on a vector forest parcels map created by multidimensional image segmentation that was populated with information on forest types, silvicultural systems (coppices and high forests), forest age, growing stock, slope and protected areas. Forest management scenario A was designed based on local forest regulations in order to reflect current business-as-usual conditions. Two alternative scenarios were defined to reflect management strategies more oriented to nature conservation (scenario B) or wood production (Scenario C) compared to scenario A. These scenarios were applied for a time interval of 20 years using common GIS tools. Preliminary results are the basis for a future implementation of ES modeling. We developed our approach with specific reference to ES in the Mediterranean region, but the procedure can be transferred to any ecological region across the globe.

SESSIONE / *SESSION* 8

INNOVAZIONE, SOSTENIBILITÀ
E IMPATTI DELL'USO DEL LEGNO

*INNOVATION, SUSTAINABILITY AND
IMPACT OF WOOD UTILIZATION*

Chairperson

Luca Uzielli

SESSIONE / *SESSION* 8

RELAZIONI ORALI

ORAL PRESENTATIONS

THE USE OF WOOD, A FACTOR IN DEVELOPING SUSTAINABILITY

Joris Van Acker¹

¹Laboratory of Wood Technology (Woodlab), Ghent University (UGent), Ghent, Belgium;
Joris.VanAcker@UGent.be

Europe is in general concerned about the adequate and sustainable supply of resources. Timber, wood, lignocellulosic biomass or whatever name we give the material coming from forestry and related sectors, is an eminent renewable resource with high potential for sustainability and surely an excellent ecosystem service for our modern society. Terminology like cascade use and circular economy are surely not new for the forestry-wood chain, but are getting increased attention now. The balance between wood material use and bioenergy use will inevitably lead to higher competition for the same resource and could evolve into critical shortage in Europe even before 2030. Vertical integration alongside a better tree and wood quality concept should lead to a more structured approach dealing with whether some wood products needs to be prioritized and how we could deal with substitution of man-made (building) materials requiring more energy to be produced. This is clearly another option than direct production of green energy based on growing woody biomass. Hence it is unrealistic to focus only on one use of wood when considering a sustainable approach for the silvicultural aspects of forests. For sure the end of life discussion allows to focus on conversion of the embedded energy of wood products and should be optimized through innovation related to combustion and other thermochemical conversions next to biochemical processing, but should remain part of an integrated forestry-wood chain. Even the biorefinery option to produce chemical building blocks and other components for white or green chemistry should not be developed separately. This statement is based on the fact that traditional processing of trees into forest products can meet directly the requirements of a green economy in a highly adequate way. At the moment trees, the derived products and residues are too much used as optional energy resource to solve problems initiated by the deployment of fossil fuels and petrochemical backbones, but focus should be on substituting man-made materials with high embodied energy content. In the overall circular economy approach the end of life assessment is surely related to service life and the impact on life cycle aspects. Wood products have been criticized in this respect. Enhanced quality in relation to service life performance and related stimulation of innovation seems to be a better option than just direct energy conversion of harvested lignocellulosic biomass.

Keywords: resources, material use, bioenergy, embodied energy, embedded energy.

Parole chiave: risorse, uso del materiale, bioenergia, energia incorporata, contenuto energetico.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-jva-use>

1. Introduction

This paper is intended to compile some of the critical parameters on the use of wood as an option to develop sustainability in relation to wood production. Topics discussed are availability of the resource, the possibility to improve sustainability throughout the forestry-wood industry chain, vertical integration and cascade use, tree and wood quality options and concerns related to bio-energy use.

2. Wood as a renewable resource

Wood is considered to be the ultimate renewable resource. Trees grow on a major part of the planet and produce wood based on a mechanism called photosynthesis. Similarly to all biological organisms a

maximum level of production has to be taken into account. This maximum potential of wood formation can be seen as a maximum annual growth of volume or dry matter per ha. A forest being (semi-) natural is even under a multifunctional approach limited in increasing the productivity. Extra options are available to produce more woody biomass by having more plantations or even planted forests, but also here available land area and eco-physiological limitations are to be taken into account. Even when we envisage production on arable land as an option for more flexibility the productions systems like timber farming, short rotation coppice and even agroforestry will need to be balanced against food and feed production. There are different ways to typify forest. Jürgensen and co-authors (2014) indicate clearly that there is continuum ranging from natural forest up to trees outside forest all contributing to wood

production (Fig. 1), but the major focus to increase production most likely is linked to planted semi-natural forests and productive plantations as part of the type called planted forest (Jürgensen *et al.*, 2014).

Furthermore there are some trends influencing the potential maximum wood production. Although wood production is a major ecosystem service, societal and economic assessments for several other ecosystem services might lower the priority of this production function. In Europe we agree that in future focus should be more on hardwoods, but this inevitably will have an impact on volume production in many forests. Finally there is also an increasing trend to exclude some forests from wood production through several mechanisms of nature conservation and creation of protected areas.

3. Wood availability

Several studies predict that we are heading for a worldwide deficit on wood before 2030 (i.e. Mantau *et al.*, 2010). Recent trends on products like sawnwood (Fig. 2) and wood based panels are still showing a steady increase in wood materials produced worldwide (FAO, 2014), but on a local scale the impact of increased need for biomass resources for bio-energy use is also critical. This might lead to a perfect storm and should be considered critical not only by the forestry and wood sector, but will have wider socio-economic and political impact. It will surely lead to the need to revisit the sustainability of the forestry-wood industry chain. Good governance will become even more relevant and an overall guidance on adequate (eco)systemic forestry management is critical. Through the activities of COST Action E44 on the European Wood Processing Strategy (http://www.cost.eu/COST_Actions/fps/Actions/E44) it became obvious that we lost adequate interaction between forestry and wood industry. Forests are today more than ever approached from a nature - ecological perspective and hence larger open systems like shrub land are included in forests to increase biodiversity. The so-called "close-to-nature" forestry seems to be preferred to intensive evenaged forestry, while both could easily be implemented and as such guarantee more objectives being realised for our society. The role of plantations has been addressed in detail by FAO and has clearly been positioned as a major driver for future wood production (Carle and Holmgren, 2008).

4. Wood and an eco-techno approach

Wood is a renewable resource and is as such a material which can be considered contributing to sustainability also from an ecological perspective. This is however complemented by the fact that technology leads to a balance between traditional and innovative products and hence sustainability also needs to be assessed in this perspective. Wood production through tree growth leads to products that are interdependent and should take into account parameters linked to the following 4 discussion topics: (1) Balance between material and

energy use; (2) Vertical integration and cascade use; (3) Tree quality and wood quality; and (4) Service life impact.

5. Balance between material and energy use

Our modern society is constantly in need of new resources for the production of material products (e.g. for construction) and for energy purposes (woody biomass both for residential and industrial energy use). We see a major development of dedicated bio-energy products for combustion (firewood, pellets...), but also research and industrial installations are being implemented, mainly based on thermochemical conversions like traditional charcoal production and new technology based on pyrolysis, gasification...

Furthermore there is a major interest to use a lot of lignocellulosic material for the production of liquid biofuels and white chemistry in biorefineries primarily focussing on biochemical processes. Also here wood is the major resource that is needed to cover the current and estimated future need. Already now this has provoked discussion on international trade and subsidies. Green electricity production, e.g. in the Benelux, requires import of woody biomass from North-America to replace/substitute fossil fuels. On the other hand there is still a lot of very valuable high quality wood spoiled when used simply as firewood to provide enough energy for households, e.g. the case of Kinshasa in DR Congo.

Forest products used as material are low in embodied energy compared to most man-made products, meaning there is a limited amount of energy required for processing. Furthermore the wooden product still has a high embedded renewable energy which can be used at end of life. Hence material use of forest products is an excellent alternative/substitute for man-made materials. Additionally timber and wood products in general are considered to be very positive components for the construction of energy efficient buildings and houses, e.g. passive houses.

Although the above reasoning should be applied on the overall production chain it is interesting to see how this can be implemented in particular for a specific species like poplar/willow. Selection and breeding of poplars and willows has evolved over the last decade to focus more on bioenergy uses. Specific clones and cultivation/harvesting techniques linked to short rotation coppice have been developed with a focus on producing woody biomass on arable land. However this initiated that several decision making processes need to be considered.

There is the option to focus on higher cellulose accessibility to come to better biochemical transformation, however the amount of embedded energy is higher when the lignin content is higher. Also multipurpose plantations can be relevant to increase flexibility. One day a somewhat longer rotation can lead to the production of timber or other forest products and not just biomass for energy, but then the quality of both genotype and phenotype need to be adequate from the beginning.

6. Vertical integration and cascade use

A tree is traditionally subdivided for different transformations. The first processing step could be slicing/peeling, sawing, chipping... Traditionally the forestry wood industry has always been very concerned to focus on vertical integration. Additionally we can state that waste is not really generated since all residuals are used. Technically recycling and reuse are key elements in the traditional cascade approach allowing the production of different wood based panels, eminent example being particleboard (chipboard). Linked to that a consortium ECAMOB has started to interact under the EU Strategic Implementation Plan - EIP on Raw Materials. Finally at end of life we still can generate energy or allow composting, both being close to ecosystem processes.

The traditional integrated processing is even based on subdividing trees. The lower part of the tree (e.g. a plantation poplar tree) was always considered to be a log for the production of veneer, plywood, timber... (Fig. 3). The top and residues from sawmills / veneer peeling are more included in bulk products like panels, pulp/paper, bio-energy... Future integration leading to even better sustainability could involve making more loops in the chain of products and hence work towards higher quality products (e.g. loadbearing beams) based on recycled materials.

7. Tree quality and wood quality

Trees are suitable for many different products/materials and might be assessed on quality and performance in respect to the typology attributed. Aesthetics are often prioritised when producing or envisaging sliced veneer, parquet, music instruments. Mechanical properties are critical for construction timber and many engineered wood products. Durability against decay, both biological and physical (weathering, fire...) are relevant for many construction uses, but anyhow requires specific attention when dealing with exterior uses and related options for wood protection. Creating large surfaces like wood based panels and paper/paperboard have since mid of last century been of major importance for our modern society. New in the quality approach is the level of suitability as building block for chemicals and biopolymers.

Wood has technological assets. It has a beauty that always have been key for applications like furniture and interior design. It remains the ultimate multi-level natural composite making it very suitable for constructions and many load bearing applications especially due to its specific strength/stiffness. It is a renewable resource with an interesting and abundant chemistry. Even less favourable material characteristics like fire and decay resistance have been turned into advantages through modern approaches and innovation.

Our wood industry seem to be able to upgrade this renewable resource and make it today even more competitive not only economically but surely when sustainability criteria are considered. Even when focussing on the case of plantation poplar, surely tree

quality, but also wood quality are very relevant for the production of plywood and other engineered wood products. Besides the general use for packaging products (food, transport...) it remains valuable to increase flexibility in available construction products and provide complementary ones to those based on softwoods.

8. Service life impact

Wood and moisture can hardly be neglected in any wood product and this leads to issues related to dimensional changes and even fungal decay. Service life is important for most items humans use, but in particular for wood the word "durability" is very critical and is even in many languages the same word as "sustainability". Since energy efficient housing and green building are now established goals for the future, we need to assess performance fully in line with the European construction products regulations. Service life estimation, prediction and costing also link with sustainability and environmental parameters like the LCA approach and impact on CO₂ sequestration. In relation to long lasting wood products there are surely positive aspects to sustainability when focussing on a fit for purpose approach, but there remains a need for technology to enhance service life.

9. Forestry – Wood research

All above topics to some extent underpin the need for dedicated research both in the forestry sector and in the wood sector. Research should try to bring together both and networking like the InnovaWood network (<http://www.innovawood.com/>) should be an option to facilitate this.

Also cross national interactions both through collaborative research in EU projects and several interactive networking like COST Actions, should focus on bridging between production of wood and end use. A chain approach is critical both related to quantity and quality aspects and the forestry-wood industry chain (FWC) requires improved linkage between forestry and wood technology. Although we are dealing with a traditional sector, both forestry and wood industry need to focus on innovation and cutting edge research techniques.

10. More wood and wood products in the EU

Forestry requires eco-economical investments, technology and know-how beyond nature conservation... Forestry might need even more foresters in future and hence academic and technical education should support this. We should not forget that silviculture (the practice of controlling the establishment, growth, composition, health, and quality of forests to meet diverse needs and values) is critical for the link forest – society. The fact that forest certifications systems like FSC and also PEFC were established underpins the need for forest management. Wood production outside the forests is viable and we probably need to focus on more than just energy

crops: tree farming, agroforestry, polycyclic plantations... Even the production of high quality trees and precious wood species is feasible. Greening of agricultural area might be an excellent opportunity to create some necessary opportunities. Wood industry most probably does not only require economics of scale. Stimulating SME's and craftsmanship will allow to enhance potential of quality wood products and underpin local and general resource management of woody biomass in respect of adequate forest management. This is to some extent illustrated by initiative like 'Grown in Britain' (<http://www.growninbritain.org/>). With a future heading for more energy efficient and green building and even tall buildings we will need fit for purpose quality wood products. But there is an increasing potential to use also high volumes or quantities of bulk like products with an innovative technology upgrade. We will need to focus also on new pulp and paper products as well as on engineered wood products (EWP) and wood based panels (WBP). This could also be strengthened through SME based innovation related to quality and allow specific wood modification options being explored. There is a need for thorough reflection when increasing the impact of producing chemical building blocks through tempting developments using new types of bio-refineries and new materials. Similarly the discussion on 2nd generation biofuels is ongoing, however the full potential of thermochemical conversion as planned is not feasible. Alongside steering strategically the expected increase in focus on and in demand for wood products there is also a need to work even more intensively on the flow of selection - breeding - forestry - agriculture - ecosystem services to enhance quantity and quality of the raw material. In this respect countries like China and Brazil have invested considerably in planted forests. Also the increased interest in hardwood seedlings for high quality timber production is key for future economic strategic options combining nature conservation, biodiversity and wood production to come to an overall sustainability.

11. Climate perspective and sustainability-concluding remarks

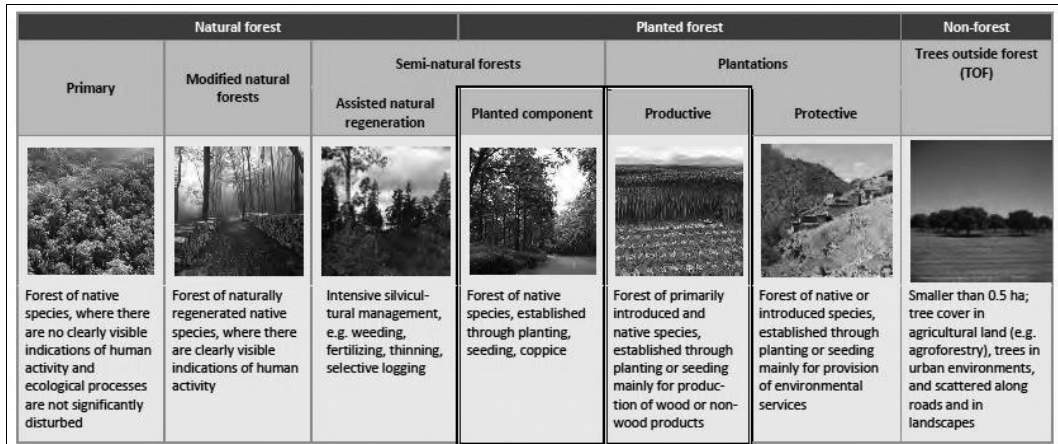
Climate change is a major challenge and trees and wood products can be considered key in this respect. There is a need to deal with climate change mitigation and at the same time remain sustainable at higher

production levels. The forestry-wood industry chain will need to enhance and combine cascade use and service life approaches. The forestry-wood industry chain should not become a victim of the renewable energy boost in search for replacing fossil fuels. It might be better for sustainability to focus on low energy transformation processes and to substitute man-made materials by e.g. stimulating timber constructions. Sustainability in a climate perspective should also stimulate growing more trees, producing more long-lasting high quality forest products based on timber and in more general (lignocellulosic) woody biomass. This should be based on locally organised model forestry units that link directly with local wood industry. In an overall SWOT analysis the major strength is the fact that using the renewable resource wood is highly compatibility with the principle of sustainability. Compared to both man-made materials and fossil fuels advantages are evident but also lead to the need for strategic decision making.

The major weakness remains the production capacity. When the whole world would consume similarly as Europe or North-America we might need 2 to 3 times earth. In the analysis we can see either as opportunity or as threat the role of changing towards a bioeconomy. Do we need to embrace the creative destruction (revolutionizing the economic structure from within) this could initiate and decline from some wood products or should we focus more on creative innovation in line with the development of (nano-) fibres, 2nd generation biofuels, EWP's like CLT as complementary to the current situation?

Acknowledgement

The content of this paper was also presented in part as: "Advantages of using more wood products for the EU from a climate perspective" during the Wood Action Days on 23/09/14 to the EU Parliament in connection with the presentation of the Woodworking Industries' Manifesto, co-organised by CEI-Bois (European Confederation of woodworking industries; <http://www.cei-bois.org/>), EOS (European Organisation of the Sawmill Industry; <http://www.eos-oes.eu/>), EPF (European Panel Federation; <http://www.europanel.org/>) and the European network on research and education InnovaWood m (<http://www.innovawood.com/>).



Source: Carle and Holmgren, 2008, modified and illustrated.

Figure 1. Continuum from primary forest up to trees outside forest (Jürgensen *et al.*, 2014).
 Figura 1. Passaggio continuo dalla foresta primaria agli alberi fuori foresta (Jürgensen *et al.*, 2014).

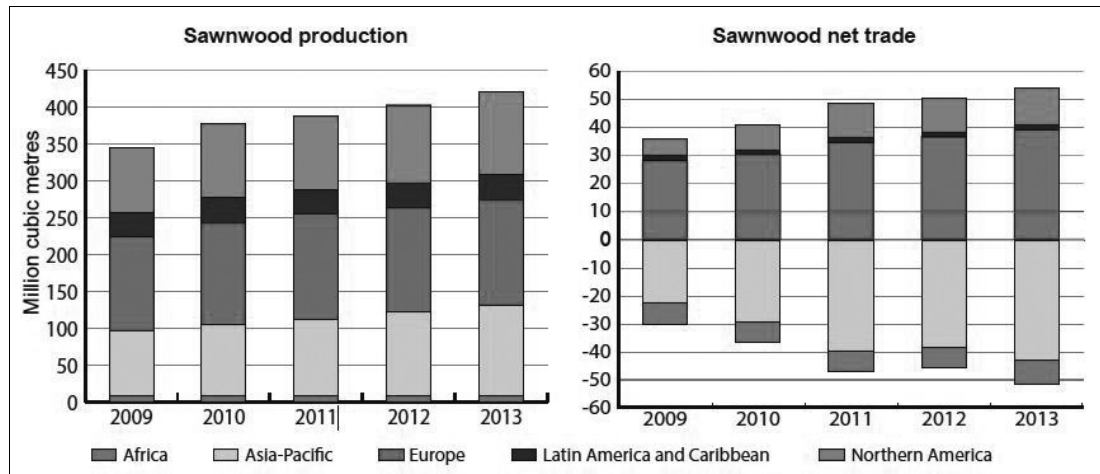


Figure 2. Sawnwood production and net trade (FAO, 2014).
 Figura 2. Produzione e commercio netto di segati (FAO, 2014).



Figure 3. Scheme of the possible uses for the different tree portions (Castro and Zanuttini, 2008).
 Figura 3. Schema dei possibili usi delle diverse parti dell'albero (Castro e Zanuttini, 2008).

RIASSUNTO

L'uso del legno, fattore dello sviluppo della sostenibilità

In generale l'Europa è interessata a una fornitura adeguata e sostenibile delle risorse. Legname, legno, biomasse ligno-cellulosiche o qualunque sia il nome che diamo al materiale proveniente dal settore forestale e da quelli correlati, si tratta di una eminente risorsa rinnovabile con un elevato potenziale di sostenibilità e sicuramente un eccellente servizio ecosistemico per la nostra società moderna. Termini come uso a cascata ed economia circolare non sono certo una novità per la filiera legno-foreste, ma attualmente stanno ricevendo attenzione crescente. L'alternativa tra l'uso del legno come materiale e la bioenergia porterà inevitabilmente a una maggiore competizione per la stessa risorsa, e potrebbe evolvere in una grave carenza in Europa ancor prima del 2030.

L'integrazione verticale, congiuntamente a una migliore concezione della qualità dell'albero e del legno, dovrebbe portare ad un approccio più strutturato riguardo alla questione se alcuni prodotti derivati dal legno debbano costituire una priorità, e come si possa affrontare la sostituzione di materiali artificiali per l'edilizia che richiedono più energia per essere prodotti. Questa è chiaramente un'altra opzione rispetto alla produzione diretta di energia verde basata sulla coltivazione di biomassa legnosa. Quindi non è realistico concentrarsi solo su un utilizzo del legno quando si considera un approccio sostenibile per gli aspetti selvicolturali delle foreste. Di sicuro la discussione riguardante la fine del ciclo di vita permette di mettere in evidenza la conversione dell'energia contenuta nei prodotti legnosi, e deve essere ottimizzata attraverso innovazioni legate alla combustione e ad altre conversioni termochimiche simili al trattamento biochimico, ma deve continuare a far parte di una catena integrata foresta-legno. Anche l'opzione bioraffineria per produrre "mattoni chimici" e altri componenti per la chimica bianca o verde non deve essere sviluppata separatamente. Questa affermazione si basa sul fatto che la tradizionale trasformazione degli alberi in prodotti forestali può soddisfare direttamente le esigenze di un'economia verde in misura molto adeguata.

Al momento gli alberi, i prodotti derivati e i residui sono troppo usati come risorsa energetica alternativa per risolvere i problemi iniziati dalla diffusione dei combustibili fossili e dei *backbones* petrolchimici, ma è necessario concentrarsi sulla sostituzione di materiali artificiali che presentano un alto contenuto di energia incorporata.

Nell'approccio globale dell'economia circolare la valutazione del ciclo di vita è sicuramente correlata alla durata in servizio ed al suo impatto sul ciclo di vita. In questo senso i prodotti legnosi vengono criticati. Un miglioramento della qualità in relazione alle prestazioni durante la vita in servizio, e lo stimolo di innovazione che ne deriva, sembra una scelta migliore rispetto alla semplice conversione diretta in energia della biomassa ligno-cellulosica raccolta.

REFERENCES

- Carle J., Holmgren P., 2008 – *Wood from planted forests: A global outlook 2005-2030*. Forest Products Journal, 58 (12): 6-18. Available at: <http://www.undpcc.org/undpcc/publications/details.php?id=656&t=1359682760>
- FAO, 2014 – *2013 Global Forest Products Facts and Figures - Highlights for 2009-2013*. p. 16. http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/newsroom/docs/FactsFigures2013_En.pdf
- Castro G., Zanuttini R., 2008 – *Poplar cultivation in Italy: history, state of the art, perspectives*. In: Van Acker J. and Fioravanti M editors, Proceedings of the COST Action E44 Conference on 'A European wood processing strategy: future resources matching products and innovations', pp. 141-154.
- Jürgensen C., Kollert W., Lebedys A., 2014– *Assessment of industrial roundwood production from planted forests*. FAO Planted Forests and Trees Working Paper FP/48/E. Rome. Available at: <http://www.fao.org/forestry/plantedforests/67508@170537/en/>
- Mantau U. et al., 2010 – *EUwood - Real potential for changes in growth and use of EU forests. Final report*. Hamburg/Germany, p. 160.

RUOLO E CONTRIBUTO DEL SETTORE DELLA TECNOLOGIA DEL LEGNO E DELLE UTILIZZAZIONI FORESTALI NEL CONTESTO FORMATIVO, SCIENTIFICO E PRODUTTIVO IN ITALIA

Stefano Berti¹, Roberto Zanuttini²

¹Istituto per la valorizzazione del legno e delle specie arboree (IVALSA - CNR), Sesto Fiorentino (Firenze)

²Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari (DISAFA), Università di Torino, Grugliasco (Torino);
roberto.zanuttini@unito.it

L'articolo analizza le peculiarità e basi culturali che caratterizzano il settore scientifico disciplinare inerente alla tecnologia del legno e alle utilizzazioni forestali, inquadrandone i rapporti storici con la selvicoltura e le sue più recenti evoluzioni.

Lo studio e la conoscenza della componente biologica, che è all'origine della materia prima legno, e l'interpretazione del suo comportamento come materiale rivestono una particolare importanza per la formazione di molti professionisti nonché per affrontare e risolvere in maniera corretta numerosi aspetti tecnici propri di aree tematiche e contesti operativi forestali, manifatturieri o riferibili al patrimonio ligneo di interesse archeologico, artistico ed architettonico. Di notevole rilievo è poi l'apporto della tecnologia del legno alla valorizzazione delle risorse legnose locali e all'innovazione, sviluppo e ottimizzazione prestazionale di molti prodotti e compositi relativi sia al comparto dei componenti d'arredo che degli elementi strutturali.

Analogamente vengono prese in considerazione le utilizzazioni, con particolare riguardo al supporto che esse possono fornire alla gestione sostenibile dell'ambiente forestale, non soltanto a scopo produttivo ma anche nell'ottica di attuare e massimizzare le sue molteplici funzioni.

Entrambe le discipline sono in grado di fornire significativi contributi in termini di saperi, trasferimento tecnologico ed innovazione, con risultati e ricadute pratiche che devono essere considerati di pari dignità e valore rispetto a quelli della ricerca di base.

Alla luce del rinnovato interesse per l'impiego del legno e suoi derivati, del loro elevato profilo ecologico e delle molteplici applicazioni in edilizia, gli autori si propongono di definire l'apporto del settore e di individuare le miglior strategie per evidenziarlo e renderlo disponibile in un'ottica di interdisciplinarietà.

Parole chiave: tecnologia del legno, utilizzazioni forestali, beni culturali, formazione e ricerca.

Keywords: wood technology, forest harvesting, cultural heritage, education and research.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-sb-ruo>

1. Introduzione

Dall'inizio del loro insegnamento universitario, "Tecnologia del Legno e Utilizzazioni Forestali" si presentano collegate in quanto discipline che riguardano il lavoro in bosco, la raccolta del legno, le sue trasformazioni e impieghi. Esse rientrano tra gli insegnamenti specifici e professionalizzanti che contraddistinguono il Corso di Studi in Scienze forestali poiché si ritiene che la conoscenza del legno (e della sua filiera) non possa prescindere da un contesto formativo legato alla sua origine biologica.

La loro nascita ha radici lontane e già i primi trattati sulle foreste le consideravano con una visione integrata e strettamente connessa con la selvicoltura. Storicamente, infatti, la domanda di legname ha determinato le prime regole selvicolturali e di pianificazione che, a partire dal XV secolo, erano volte essenzialmente ad assicurare l'approvvigionamento degli assortimenti richiesti (ad es. materiale da costruzione navale e militare, poi traverse

ferroviarie, carbone ecc.) e quindi a fissare limiti ai prelievi e modalità di rinnovazione del bosco per non compromettere le potenzialità produttive nel tempo.

Anche in Italia, fino al 1924, la cattedra era di Selvicoltura e Tecnologia e ancor oggi, in ambito accademico, i rapporti consolidati con il gruppo di Assestamento forestale e Selvicoltura sono all'origine dell'affinità di I livello prevista tra i due settori.

In quel periodo la scienza del legno cominciava ad affermarsi come disciplina autonoma nei Paesi scandinavi e negli Stati Uniti d'America, presso il laboratorio di Madison (Wisconsin) dell'USDA (*United States Department of Agriculture*), mentre in Germania era da poco iniziata la pubblicazione della rivista *Holz als Roh und Werkstoff*, ricca di articoli e ricerche sperimentali decisamente moderni (Uzielli in AA.VV., 2014a).

Nel primo dopoguerra, grazie all'opera del prof. Guglielmo Giordano, riconosciuto a livello nazionale come padre del settore scientifico-disciplinare, l'insegnamento di "Tecnologia del Legno e Utilizzazioni

Forestali” (che allora comprendeva la meccanica applicata) trovò poi una sua dignità ed autonomia presso il corso di laurea in Scienze Forestali della Facoltà di Firenze. Intorno al 1956 Giordano prese infatti servizio come ordinario e fu il primo direttore del nuovo Istituto universitario mono-cattedra di “Tecnologia ed Utilizzazioni Forestali” costituito presso l’Istituto Nazionale del Legno del CNR che lui stesso aveva fondato nel 1954 e che successivamente assunse varie denominazioni fino all’attuale IVALSA.

Nel quadro di un generale riordino delle strutture universitarie e della ricerca, che si è protratto fino ai giorni nostri, “Tecnologia del Legno e Utilizzazioni Forestali” hanno quindi trovato collocazione, a vario titolo, nei corsi di Laurea di primo e secondo livello in Scienze Forestali presso le Facoltà di Agraria recentemente riformate in Dipartimenti e Scuole.

Entrambe le discipline risentono fortemente dell’impostazione tracciata dal prof. Giordano le cui ricerche ebbero sempre obiettivi pratici: la soluzione di un problema, il miglioramento di fasi nella raccolta e lavorazione del legno o l’innovazione tecnologica mirata a trasformare un’idea in prodotto.

Grazie alla sua opera è stato inoltre istituito un nuovo orizzonte disciplinare nel settore del legno, con uno sguardo orientato al costruire e alla componente estetico-artistica dei manufatti lignei di pregio, soprattutto in riferimento a quelli di rilievo storico-artistico (Ragazzo in AA.VV., 2014b).

2. Peculiarità e basi culturali

Attualmente il settore costituisce un sistema organico di discipline, scientifiche e tecniche, riguardanti prioritariamente gli aspetti produttivi e la sostenibilità del sistema foresta-legno, con particolare attenzione alla raccolta, trasporto, trasformazioni, impieghi del legno e dei materiali e prodotti da esso derivati. Esso si articola in due principali ambiti di ricerca e attività didattica.

Il primo è quello della *tecnologia del legno* nel senso più ampio del termine, che conferisce competenze generali sulle caratteristiche del legno e derivati ed è in grado di fornire importanti apporti specifici ai comparti dell’artigianato, dell’industria e dell’edilizia, relativamente alla miglior comprensione del comportamento di un materiale fortemente caratterizzato dalla sua origine biologica, per ottimizzarne l’impiego ed evitare errori applicativi.

A tale scopo contribuiscono le conoscenze sulla composizione chimica e le modalità di formazione dei tessuti legnosi, sulla struttura anatomica, sugli aspetti morfologici, la qualità del legname e i difetti, sulla durabilità naturale, il degrado e gli interventi per prevenirlo. Il riconoscimento macro o microscopico consente, ad esempio, di eseguire sia verifiche nell’approvvigionamento della materia prima legno destinata alla trasformazione industriale (anche di origine tropicale) sia di individuare legnami succedanei ad altri di specie protette, rari o di costo elevato, ovvero caratterizzati da una struttura anatomica simile - che implicando la presenza di particolarità in termini di tessitura, venatura ecc. - evidenziano analoghi effetti estetico-decorativi sul

materiale tal quale o previa verniciatura o trattamento per modificarne il colore naturale. Assumono poi fondamentale rilevanza le relazioni legno-acqua, la conoscenza dell’igroscopia ed anisotropia e degli effetti che ne risultano sotto forma di ritiri, rigonfiamenti e deformazioni, delle valenze ecologiche, delle proprietà fisico-meccaniche dei vari legnami di interesse commerciale e dei prodotti a base di legno. In questo contesto le peculiarità dell’ultrastruttura del legno sono in grado di spiegare molti dei suoi comportamenti, inclusi quelli degli elementi in opera. Sono inoltre proprie di questo ambito anche la valutazione dei requisiti previsti per i diversi impieghi del legno, le conoscenze inerenti le principali lavorazioni e tipologie di derivati (semilavorati e prodotti finiti che spaziano dal legno massiccio al lamellare, ai pannelli e ai moderni compositi) e quelle del quadro normativo, legislativo e dei sistemi di certificazione di interesse per la filiera foresta-legno-arredo-edilizia-energia, anche attraverso gli strumenti e procedure per la loro implementazione e i metodi di prova per le verifiche prestazionali dei prodotti ottenuti.

Le basi tecnologiche risultano poi di particolare importanza per lo sviluppo di attività che comportano un approccio multidisciplinare, come la messa a punto di nuovi processi/prodotti a basso impatto ambientale, adesivi a bassa emissione (o privi) di formaldeide, sistemi innovativi per la verniciatura, il trattamento e la modificazione del legno.

Uno dei contesti in cui la figura del tecnologo del legno riscuote maggiore interesse a livello professionale è infatti riferibile a quei segmenti della filiera che riguardano la trasformazione della materia prima a scopi produttivi. Con l’ingresso di nuove tecnologie anche molto avanzate, la richiesta di soddisfare requisiti che impongono il continuo aggiornamento in ambito normativo e l’allargamento dei mercati, anche le aziende meno strutturate sentono ormai la necessità di inserire nella loro organizzazione nuove figure in possesso di un maggior livello di preparazione e scolarizzazione per affrontare problematiche sempre più articolate e strategiche ai fini di acquisire e mantenere competitività sul mercato. A questo riguardo, gli argomenti riferibili alla tecnologia del legno permettono di acquisire le basi per svolgere compiti connessi al collaudo della materia prima legno, alla direzione dei processi di lavorazione tipici del settore, alla caratterizzazione, impiego e ottimizzazione dei materiali e prodotti legnosi ottenuti, alla gestione dei processi di certificazione di sistema e prodotto, alla ricerca e sviluppo, alla fornitura di servizi di assistenza e consulenza tecnica (anche relativamente agli aspetti commerciali) verso la clientela. Da una corretta preparazione in tecnologia del legno consegue infatti la capacità di selezionare le tipologie di assortimenti più idonei alle possibili lavorazioni, valutando i requisiti, le rese e prestazioni dei materiali legnosi in ingresso ed uscita, di collaborare con altre funzioni aziendali nel controllo degli aspetti economici, gestionali e organizzativi o di integrare le competenze di altri professionisti che operano nel settore, come ad esempio architetti e ingegneri, assumendo il ruolo di interlocutore e coordi-

natore nell'affrontare una fornitura complessa.

Le potenzialità operative ed occupazionali della figura del tecnologo del legno spaziano così dalle aziende di prima e seconda trasformazione alle ditte commerciali, alle associazioni di categoria, agli studi di progettazione, alle imprese edili e altri soggetti economici legati al legno e suoi derivati. Si tratta quindi di una figura dotata di competenze tecnico-scientifiche peculiari e trasversali che agisce da anello di congiunzione fra il mondo forestale e quello dei molteplici impieghi del legno.

Le conoscenze di tecnologia del legno si applicano anche al contesto specifico dei *beni culturali*.

In esso la disciplina si occupa soprattutto di analisi anatomiche e dendrocronologiche - mirate alla corretta identificazione e datazione del materiale legnoso e fondamentali anche per indagini storiche -, dello studio del comportamento reologico-deformativo finalizzato alla conservazione di manufatti e opere su supporti lignei di interesse artistico, di diagnostica applicata alla verifica della durabilità e stato di servizio di strutture lignee, di fornire *input* per affrontare adeguati interventi di restauro o ripristino, incluso il ricorso a prove non distruttive e la messa a punto di processi/prodotti innovativi per risolvere situazioni specifiche ed estendere la durata e funzionalità dell'opera.

Anche qui "sono andati man mano emergendo e configurandosi alcuni temi nei quali la collaborazione multidisciplinare (principalmente con storici dell'arte, restauratori, chimici, biologi, ingegneri strutturisti ed architetti) ha meglio manifestato la propria utilità: la conoscenza delle opere sia dal punto di vista storico che da quello tecnico; la conservazione delle stesse, intesa nell'accezione più ampia comprendente anche le interazioni tra l'opera e l'ambiente nel quale viene conservata; gli interventi di restauro e - spesso ancor più importante - la prevenzione dei danni" (Uzielli, 2006).

Di notevole importanza sono parimenti le ricadute in ambito normativo, che hanno portato alla pubblicazione da parte dell'UNI (Ente Nazionale Italiano per l'Unificazione) di alcune guide sugli approcci diagnostici e che, in alcuni casi, stanno avendo riscontri e sviluppi a livello di normativa europea relativamente al legno archeologico e alle strutture in opera di interesse storico-culturale.

Tenendo conto dei risultati diagnostici e degli ambienti di posa o conservazione, le conoscenze di tecnologia del legno hanno la funzione di informare sullo stato del manufatto per un corretto approccio conservativo, di contribuire a scegliere le tecniche di intervento più adeguate in caso di restauro e, non meno importante, di fornire un riferimento fondamentale per monitorare l'evoluzione nel tempo che il manufatto potrà avere in relazione alle caratteristiche specifiche dei vari materiali che lo compongono.

Relativamente alle prospettive occupazionali, in questo ambito operano vari professionisti e imprese che, a partire da un patrimonio comune di conoscenze e metodi propri della tecnologia del legno, si sono specializzati nella diagnostica di strutture antiche e nel lavoro di *equipe* con esperti di altro *background* formativo ed estrazione professionale.

Il secondo ambito è rappresentato dalle *utilizzazioni forestali* che caratterizzano una disciplina scientifica

orientata allo studio dei modelli di governo, realizzazione, controllo e miglioramento dei sistemi di lavoro in bosco e si occupano prevalentemente degli aspetti tecnici e organizzativi dei cantieri, con particolare riferimento alla raccolta dei prodotti legnosi e più in generale alla progettazione ed esecuzione ottimizzata di interventi mirati a conseguire gli obiettivi, spesso multifunzionali, della gestione dei popolamenti forestali e degli impianti di arboricoltura da legno. In tal senso esse rappresentano lo strumento di attuazione della pianificazione e delle scelte culturali previste e, attraverso l'analisi del contesto stazionale e dei fattori infrastrutturali e di influenza, consentono di stabilire i criteri, le tecniche e i sistemi di lavoro più idonei.

Questa disciplina si caratterizza per la capacità di individuare soluzioni ai problemi con una visione multi-obiettivo che coniuga aspetti economici, ambientali, etici e sociali ed in cui le competenze derivanti da uno stretto contatto con i selvicoltori (giustificato tra l'altro dall'utilità di stabilire le modalità di esbosco già all'atto delle martellate) consentono di maturare un orientamento culturale e operativo specifico nell'affrontare le diverse tematiche, che si differenzia da quello di una formazione non forestale. Le conoscenze tecnico-scientifiche riferibili alle utilizzazioni forestali riguardano anche la valutazione dei rischi connessi alla sicurezza del lavoro e degli operatori e si alimentano tramite rilievi in campo e il monitoraggio di cantieri (anche dimostrativi) per il confronto della validità e produttività di diverse metodologie operative adottabili. Il legame con la tecnologia del legno permette di effettuare scelte oculate nelle operazioni di assortimentazione e classificazione che rivestono, ad esempio, particolare importanza ai fini della selezione del legname da lavoro o destinato ad interventi di ingegneria naturalistica e che possono avere ricadute positive nella valorizzazione delle risorse forestali locali.

Un'approfondita conoscenza della disciplina consente inoltre di acquisire competenze tecnico-scientifiche spendibili dalla pianificazione ed esecuzione degli interventi selvicolturali alla logistica, interessando le attività gestionali ed economiche di vari soggetti pubblici e privati nonché i portatori di interesse nella salvaguardia ambientale.

L'introduzione di nuove tecnologie applicate alle utilizzazioni forestali determina infine crescenti opportunità professionali per figure specializzate e di elevata qualificazione, in grado di far confluire competenze ecologiche e produttive nelle attività in bosco.

3. La ricerca

Inizialmente l'attività di ricerca del settore era rivolta soprattutto a caratterizzare sperimentalmente le prestazioni dei legnami nazionali, con particolare attenzione al pioppo e alle specie esotiche, soprattutto di provenienza africana, i cui volumi di impiego sono aumentati significativamente fino agli inizi degli anni '70 del secolo scorso.

Più di recente il contributo della tecnologia del legno nei confronti del rapporto tra la produzione forestale interna e il comparto dell'industria di trasformazione

ha riguardato le indagini predittive delle proprietà del legno eseguite a carico di popolamenti e impianti in fase giovanile, incluse le prove finalizzate a valutare l'idoneità alle diverse lavorazioni e l'analisi del legname ritraibile. A tal proposito si sottolinea come i suddetti parametri non vengano quasi mai presi adeguatamente in considerazione nella selezione e sperimentazione di nuovi cloni/varietà di interesse per l'arboricoltura da legno, disattendendo in tal modo l'obiettivo prioritario di tale attività.

In termini di supporto all'innovazione del settore manifatturiero e dei processi industriali della filiera, la tecnologia del legno ha consentito di affrontare gli attuali vincoli di tipo normativo, legislativo e ambientale (derivanti anche dalla maggiore sensibilità ecologica dei consumatori), fornendo alle aziende gli strumenti per soddisfare le richieste di conformità qualitativa e prestazionale nonché di affidabilità ed eco-compatibilità sia per prodotti ed impieghi tradizionali che, a maggior ragione, per quelli relativi al settore dell'edilizia. In questo ambito sono state sviluppate attività scientifiche e applicative su vari fronti che fra l'altro hanno stimolato la predisposizione della normativa tecnica nel settore legno (in ambito UNI e in collaborazione tra Università, CNR, nelle sue due sedi di Sesto Fiorentino (FI) e San Michele all'Adige (TN), e Federlegno-Arredo - Federazione Nazionale delle Industrie del legno, del mobile e dell'arredamento) con particolare riferimento agli impieghi strutturali degli elementi lignei, alla durabilità, al comparto dei pannelli e ad altri semilavorati e prodotti finiti derivanti dalla lavorazione industriale. Per le applicazioni strutturali, le attività di ricerca sulla caratterizzazione meccanica del legno in dimensione d'uso hanno gettato solide basi per costruire la banca dati nazionale cui fanno riferimento le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni, consentendo l'impiego dei legnami italiani nei moderni sistemi di progettazione.

Taluni argomenti di indagine hanno peraltro evidenziato importanti ricadute sul comparto della prima trasformazione. È il caso delle sperimentazioni sulla caratterizzazione tecnologica degli assortimenti ad uso strutturale tipici della carpenteria in legno italiana (quali ad esempio le travi "uso Fiume" ed "uso Trieste" in abete, larice e castagno), che hanno permesso l'adeguamento normativo ai requisiti imposti dalla legislazione comunitaria sulla marcatura CE dei materiali da costruzione, o delle ricerche sulla messa a punto di attrezzature - anche portatili - per la classificazione a macchina. Sono inoltre da citare gli studi finalizzati alla valorizzazione del legname e delle espressioni della cultura materica, ovvero dei "saperi" legati alla tradizione lignea, in un contesto di filiera corta e possibilmente certificata, nonché quelli mirati ad ottimizzare le prestazioni dei materiali legnosi di impiego consolidato e alla messa a punto di nuovi prodotti, avvalendosi anche delle opportunità offerte dall'evoluzione tecnologica registrata nella lavorazione e nel trattamento del legno, degli adesivi e sistemi di finitura e nello sviluppo di moderni pannelli, composti a base di legno ed altri prodotti ingegnerizzati. In tal senso due esempi di rilievo sono l'X-LAM di

douglasia, ovvero la declinazione italiana di un materiale legnoso ad uso strutturale, che da alcuni anni sta riscuotendo un grande interesse in edilizia, e l'OSB di pioppo, che di recente ha permesso di completare la produzione nazionale di pannelli a base di legno destinati all'arredamento, all'edilizia e al settore degli imballaggi.

Anche la ricerca in ambiti collegati al legno è stata fonte di nuove soluzioni e prospettive per il mercato, come ad esempio gli studi sull'individuazione di processi di verniciatura innovativi, sia in termini di prestazioni offerte alla protezione del legno, sia in termini ambientali (vernici all'acqua, vernici fotoreticolabili, vernici a polveri). A tal proposito è necessario ricordare il contributo e l'importanza di alcune società private, quali ad esempio il CATAS di S. Giovanni al Natisone (UD), che all'attività di laboratorio affiancano quella di ricerca e che, in contesti specifici, rappresentano un punto di riferimento anche per la normativa a livello nazionale ed internazionale.

Per quanto riguarda i beni culturali, grazie alle sperimentazioni sulle strutture lignee antiche, è stato possibile impostare criteri condivisi per la loro ispezione e valutazione tecnologica, poi assunti come standard nazionali e in corso di adozione a livello europeo in ambito CEN. Tali linee di ricerca sono state ulteriormente sviluppate con lo studio della datazione e conservazione dei manufatti lignei di interesse storico artistico ed archeologico che, dalla fine degli anni '80, ha rappresentato una nuova importante attività per il gruppo dei tecnologi del legno.

Qui le tematiche affrontate hanno riguardato soprattutto la caratterizzazione del degrado e l'invecchiamento del materiale - anche con l'ausilio e la messa a punto di tecniche non distruttive fortemente innovative - e la definizione degli effetti delle variazioni termo-igrometriche ambientali sulla conservazione di varie categorie di manufatti, quali dipinti su tavola, sculture lignee, strumenti musicali e manufatti archeologici. Dette ricerche hanno ricevuto importanti riscontri in ambito COST, in sede di normazione europea, in campagne di monitoraggio presso numerosi Musei non solo italiani (fra cui la verifica periodica del supporto ligneo della Gioconda, di Leonardo da Vinci, al Louvre) e nell'organizzazione di eventi di rilevanza internazionale.

Relativamente alle utilizzazioni forestali, dalle indagini svolte sulla raccolta degli assortimenti legnosi e la produttività del lavoro in diverse situazioni operative si è più di recente passati all'analisi dei sistemi operativi legati all'introduzione e sviluppo di macchine e attrezzature complesse quali *feller*, *processor*, *harvester*, *skidder*, *forwarder*, gru a cavo e sminuzzatrici, il cui impiego nel contesto italiano richiede specifici accorgimenti per adattarle alle esigenze e condizioni ambientali e selvicolturali. Le linee di ricerca si sono contestualmente sviluppate in diversi settori che spaziano dalla pianificazione della viabilità e di altre infrastrutture forestali, alla protezione dagli incendi boschivi, ai bilanci energetici, ai sistemi di raccolta e trasformazione in combustibile delle biomasse legnose di origine agroforestale. La disponibilità di dati circa i volumi lavorati

per tipologie di popolamento e di legname, sulla consistenza e professionalità della manodopera, le tecniche di lavoro applicate, la produttività ed entità del parco macchine delle ditte boschive consentono peraltro ai decisori politici e agli amministratori pubblici di calibrare meglio gli interventi a favore di questo importante comparto.

Negli ultimi anni la ricerca si è focalizzata sull'individuazione di sistemi e tecniche a basso impatto ambientale, mentre il crescente impiego di fonti energetiche rinnovabili ha sollecitato indagini volte ad ottimizzare la logistica di approvvigionamento anche attraverso l'applicazione della metodologia LCA.

Numerosi studi mirati ad accompagnare l'introduzione di moderni metodi di utilizzazione hanno poi permesso di trasferire importanti indicazioni tecnico-economiche agli operatori e di approfondire soluzioni tecniche e gestionali sul ricorso ad alcune delle tecnologie più innovative (LiDAR, droni, sensori ed etichette elettroniche) che, in prospettiva, potranno permettere di ottimizzare sia il lavoro in bosco che la gestione dei prodotti legnosi ricavati (www.slopeproject.eu).

Ulteriori attività nell'ambito delle utilizzazioni forestali hanno riguardato l'ergonomia e la sicurezza sul lavoro, che sono state trattate in sinergia con il settore della meccanica agraria per considerare la tematica non solo in termini di macchine o attrezzature a norma ma anche in relazione ad una corretta metodologia di impiego ed al contesto ambientale in cui si opera. È stata così avviata una crescente collaborazione anche con il settore della medicina del lavoro per gli aspetti ergonomici e la valutazione dei rischi connessi all'attività in bosco. Infine sono state sviluppate attività scientifiche e applicative che hanno permesso di contribuire alla predisposizione di norme tecniche europee sulle caratteristiche e l'impiego di macchine e sistemi di lavoro innovativi.

La tecnologia del legno e le utilizzazioni forestali hanno quindi fornito un notevole contributo di idee e conoscenze per l'ottimizzazione dei sistemi di raccolta, degli assortimenti e materiali a base di legno, per la loro trasformazione, impiego e determinazione degli aspetti prestazionali, per l'innovazione di processo e prodotto di cui ha potuto beneficiare il comparto manifatturiero nazionale e per la risoluzione di problematiche legate all'ambito dei beni culturali. Tra i molteplici esempi si segnalano quelli riportati nelle figure 1 e 2.

4. La formazione

La figura del tecnologo del legno è tuttora importante in quanto possiede competenze specifiche per un corretto raccordo tra la duplice valenza del legno come materia prima e come materiale, integrando conoscenze che derivano da altre discipline legate alla formazione forestale quali soprattutto chimica, botanica, selvicoltura, dendrometria, economia, patologia ed entomologia forestale, meccanizzazione.

In Italia le esigenze di conoscenza del legno e derivati sono principalmente riconducibili agli impieghi nell'arredamento e ai semilavorati di interesse per tale contesto industriale.

L'evoluzione tecnologica verificatasi negli ultimi decenni relativamente a nuovi materiali legnosi destinati all'edilizia ha tuttavia determinato un crescente interesse ad acquisire le nozioni fondamentali per un loro impiego ottimale anche da parte dei progettisti di questo comparto (geometri, architetti e ingegneri) che, salvo rare eccezioni, non trovano ancora adeguati riscontri nell'offerta formativa istituzionale. Tale richiesta viene infatti parzialmente soddisfatta da proposte, di vario tipo e contenuto, promosse da ordini professionali, Enti pubblici, associazioni private e da altri soggetti che non sempre possiedono le competenze tecnologiche necessarie. Il rapporto con i professionisti è tuttavia importante poiché permette di esprimere la complessità e varietà delle produzioni italiane, in termini di assortimenti e prodotti, e di trasferire concetti e esperienze propri della filiera. In quest'ottica sarebbe pertanto opportuno instaurare collaborazioni tra diverse aree disciplinari ai fini di un'azione didattica esaustiva e di una miglior preparazione dei futuri esperti nell'uso del legno per applicazioni strutturali e non.

Positive in tal senso sono state alcune iniziative discontinue quali, ad esempio, il "Corso Legno" della Scuola di Amministrazione Aziendale di Torino e, più di recente, quelle di alcune associazioni di categoria consapevoli del potenziale interesse da parte dei loro afferenti. L'ideazione da parte di Federlegno-Arredo di un "Registro dei consulenti Tecnici del legno" è un'ulteriore testimonianza del valore che l'industria attribuisce alla possibilità di disporre di figure professionali competenti in materia per affrontare varie problematiche aziendali.

A livello ministeriale la formazione sul legno interessa l'istruzione professionale o tecnica e quella universitaria: la prima è finalizzata a preparare soggetti in grado di operare nel contesto dei sistemi produttivi artigianali e industriali mentre la seconda si rivolge a figure prevalentemente indirizzate alla gestione e organizzazione della produzione e al marketing dei prodotti (Cavalli, 2012).

La formazione secondaria riguarda un numero limitato di soggetti erogatori, per lo più costituiti da Istituti tecnico-professionali che prevedono un indirizzo "forestale/legno", in genere ubicati rispettivamente in contesti montani o in prossimità dei distretti industriali caratterizzanti il comparto. Di recente il MIUR ha anche decretato l'inserimento dell'opzione "Tecnologie del legno" nell'indirizzo "Meccanica, mecatronica ed energia" dei percorsi formativi degli Istituti tecnici.

Per quanto riguarda la carpenteria lignea, in mancanza di scuole specifiche (fatto salve alcune realtà territoriali del Nord-est), una parte delle conoscenze e dei saperi acquisiti e tramandati, per lo più in maniera empirica, negli impieghi tradizionali di questo materiale è andata perdendosi.

Relativamente alle utilizzazioni forestali - che richiedono pratica ed esperienza - sono state parimenti evidenziate ampie esigenze di formazione professionale alle quali hanno cercato di dare risposta alcune Regioni, sulla base della loro delega in materia, tramite corsi di diverso grado e contenuti. Le figure professionali così formate possono rivestire un ruolo di raccordo con i proprietari

forestali, i tecnici e le imprese di prima trasformazione, anche al fine di concorrere a ricostruire un percorso di filiera in cui, per vari motivi, si è delineato (salvo che per la pioppicoltura) un notevole distacco nei rapporti reciproci tra la produzione di legname di provenienza locale e l'approvvigionamento da parte del comparto manifatturiero. Sono parimenti in corso iniziative europee mirate ad identificare e uniformare le competenze professionali necessarie per operare con sicurezza ed efficacia nelle varie attività forestali ed a promuovere la tutela e gestione delle foreste attraverso una maggiore (e possibilmente certificata) qualificazione del personale addetto ai lavori in bosco.

A livello accademico, fino a non molto tempo fa erano attivi corsi di Diploma o di Laurea inerenti al settore "Tecnologia del Legno ed Utilizzazioni Forestali" mentre ora le discipline ad esso riferibili sono inserite nei Corsi di Studio ad indirizzo forestale dell'Area 07 "Scienze agrarie e veterinaria" delle Classi L25 o LM73. I relativi insegnamenti non sono tuttavia sempre attivi nelle diverse sedi universitarie o sono coperti tramite affidamento a docenti di altri settori (spesso non affini) o a contratto. In molti Atenei, inoltre, il limitato numero di ricercatori afferenti ad AGR06 non consente di garantire una specializzazione adeguata per sviluppare entrambi gli ambiti di ricerca e didattica che lo caratterizzano.

Di recente "Tecnologia del Legno e Utilizzazioni Forestali" è stata inserita quale materia caratterizzante nei Corsi di Studio della Classe LM-11 in Conservazione e Restauro dei Beni Culturali, nell'ambito della formazione interdisciplinare, mentre è quasi del tutto assente in quelli di ingegneria o architettura.

I corsi universitari per gli strutturisti che trattano di progettazione con il legno (attivi ad esempio presso l'Università di Trento e il Politecnico di Milano) non vedono al momento il coinvolgimento di docenti AGR/06 e le conoscenze delle relative discipline sono per lo più trascurate.

Le Università italiane non prevedono neppure offerte formative specifiche per il comparto del legno-arredo, con l'unica parziale eccezione del corso magistrale "*Production Engineering and Management*", organizzato "in cotutela" tra l'Università di Trieste e quella di Lippe (Germania), che ha la finalità di formare figure manageriali per l'industria in genere ma con un certo riguardo a quella del mobile, dato che si tiene in un'area specificatamente dedicata a questa produzione. Alla luce di quanto sopra, parrebbe appropriata la programmazione di un Master di I livello dedicato soprattutto all'industria del legno-arredo che potrebbe costituire un'interessante opportunità per soddisfare il fabbisogno di figure professionali per questo segmento della filiera. Tale formula avrebbe la flessibilità per coinvolgere docenti ed esperti esterni, anche provenienti da altri Paesi UE, al fine di integrare gli argomenti attualmente trattati nei Corsi di Studi forestali con altri di interesse complementare. Accordi di federazione tra diverse sedi universitarie, con il CNR e la collaborazione di associazioni di categorie del sistema industriale e le Fondazioni che si occupano di promuovere il legno, potrebbero consentire di superare le difficoltà di reperimento delle risorse necessarie alla sua attivazione.

5. Criticità e opportunità del settore

Seppur articolato in varie specializzazioni individuali nei relativi ambiti di interesse, il gruppo dei ricercatori che si occupa di "Tecnologia del Legno e Utilizzazioni Forestali" al momento è in grado di esprimere le molteplici competenze che caratterizzano il settore. Esso tuttavia è sottodimensionato rispetto a quanto è possibile riscontrare in altri Paesi europei ed all'importanza della filiera legno nell'economia nazionale; spesso inoltre manca di grandi attrezzature, macchinari e laboratori adeguati alle esigenze di una moderna sperimentazione e che agevolano la partecipazione a progetti di ricerca di maggiore rilevanza scientifica. Nel tempo non si è inoltre sviluppata un'auspicata collaborazione reciproca con il comparto industriale che tende a fare ricerca in proprio; ne consegue che sta venendo meno quel ruolo trainante verso l'innovazione e il trasferimento tecnologico che dovrebbero avere l'Università e gli altri Enti di ricerca e che rischiano così di trovarsi nella condizione di non rappresentare più un riferimento e, in alcuni casi, di dover "inseguire" le industrie più attive e tecnologicamente avanzate.

Nei corsi universitari sulle utilizzazioni forestali, inoltre, la carenza di una formazione preliminare e una provenienza culturale non omogenea degli studenti obbliga spesso ad affrontare argomenti teorici di base e impedisce così di trasmettere conoscenze specialistiche (ad esempio nella progettazione di strade ecc.) che potrebbero essere particolarmente utili sul mercato del lavoro, per una selvicoltura moderna e una maggior competitività delle imprese boschive.

Sempre per quanto riguarda la realtà accademica, il settore sta attraversando un momento delicato da cui deriva una generalizzata difficoltà a promuovere in maniera adeguata l'importanza del legno e delle sue filiere. Vari aspetti critici, a volte diversificati a livello locale, dipendono dalle dinamiche accademiche che vedono i piccoli gruppi in una posizione di debolezza. Nelle sedi ove è presente, il settore non è inoltre rappresentato da professori ordinari per manifestarne le esigenze in maniera diretta all'interno degli organi decisionali previsti dal sistema universitario. Esso rischia peraltro di subire un ulteriore ridimensionamento non essendo in grado di far fronte a logiche e criteri di valutazione della qualità dei prodotti della ricerca che non sempre si confanno alle sue articolate peculiarità. Tale situazione è anche legata al fatto che i risultati della ricerca applicata spesso non vengono considerati allo stesso livello di quelli della ricerca di base. Analoghe problematiche determinano una scarsissima attribuzione delle ormai sempre più contenute risorse disponibili, rendendo ancor più complesso il ricambio generazionale. Quanto sopra ha indotto i ricercatori e docenti del settore a chiedersi se l'inquadramento all'interno del contesto forestale fosse ancora valido, anche alla luce delle nuove esigenze di conoscenza sul legno, necessariamente allargate ad altre aree disciplinari, che richiederebbero il comparto manifatturiero, edilizio e dei beni culturali.

A seguito di un recente ed ampio dibattito in merito, gli afferenti al settore della componente accademica hanno tuttavia ribadito la volontà di confermare il legame

storico con il gruppo dei selvicoltori, ritenendo che, nonostante i molti cambiamenti verificatisi nel tempo, l'attuale collocazione sia ancora la più consona ed in linea con la formazione prevalente. Si confida infatti che un rafforzamento di sinergie con il settore AGR/05 potrà avere ricadute positive per entrambe le componenti, offrendo da una parte la possibilità di valorizzare meglio gli aspetti legati alla gestione forestale sostenibile e multifunzionale - per ottenere prodotti legnosi in linea con gli attuali requisiti di legalità ed eco-compatibilità - e dall'altra di evidenziare il valore aggiunto della materia prima legno in quanto risorsa rinnovabile e riciclabile. In tal modo si potranno cogliere le opportunità derivanti da una sempre maggior attenzione della società civile nei confronti delle foreste e dell'impiego di una materia prima che trasformata - a seconda dei casi - in prodotti dalle caratteristiche estetiche, funzionali o prestazionali ben definite ed affidabili, è in grado di soddisfare le esigenze di molteplici applicazioni.

Tra gli aspetti che richiedono di essere migliorati si evince comunque la necessità di un coordinamento basato sulla coesione tra i colleghi delle diverse sedi e lo sviluppo di interazioni più strette ed efficaci con i soggetti che a vario titolo si occupano di ricerca e certificazione sul legno, a livello nazionale (in primis CNR, CRA e alcuni laboratori privati) ed internazionale. Ciò consentirebbe di consolidare i rapporti interni e quelli con altre aree disciplinari e Istituzioni, per impostare nuove linee di indirizzo, stimolare i ricercatori più giovani e individuare strategie di comunicazione idonee ad aumentare la visibilità e la considerazione del settore, evidenziandone la capacità di fornire contributi significativi in termini di ricerca e formazione anche in relazione al crescente interesse di taluni ambiti professionali. L'ingresso nella Società Italiana di Selvicoltura ed Ecologia Forestale (SISEF) è un primo importante segnale di coinvolgimento attivo nella comunità scientifica nazionale tramite cui il settore potrà avere occasione di fornire un apporto mirato a conseguire obiettivi condivisi, in un'ottica di integrazione.

6. Conclusioni

La tecnologia del legno e le utilizzazioni forestali rappresentano in primo luogo uno strumento di supporto e verifica delle scelte del selvicoltore/arboreicoltore, della sostenibilità economica ed ambientale della funzione produttiva e della valorizzazione degli assortimenti legnosi ritraibili. Le suddette discipline svolgono infatti sia una funzione di servizio per attuare una corretta pianificazione forestale che di collegamento e interfaccia tra chi si occupa di gestione ambientale e il comparto della prima trasformazione e dei professionisti e progettisti legati all'impiego dei materiali e prodotti legnosi.

Si reputa quindi mutualmente utile rinsaldare una più stretta collaborazione con i selvicoltori, evidenziando l'importanza di sostenere il settore "Tecnologia del Legno e Utilizzazioni Forestali" anche nelle sue componenti non accademiche, in relazione al "ruolo ponte" che, attraverso attività di ricerca e sviluppo, esso può assumere tra scienza e applicazione concreta di soluzioni tecniche (anche innovative), nonché nell'apertura ad un sistema allargato ad altre competenze. In tal senso il settore costituisce il tassello di un *puzzle* che va completato per esprimere al meglio le potenzialità del contesto forestale e ottimizzare l'impiego di una risorsa rinnovabile di valore fondamentale e che lo diventerà presumibilmente ancora più in futuro, anche in un'ottica di *green economy* e di un approccio "a cascata" in cui è opportuno integrare uso, riuso, riciclo e combustione.

Per conseguire i suddetti obiettivi è parimenti necessario rivedere le modalità di comunicazione con l'esterno, il comparto manifatturiero e diversi ambiti disciplinari, non solo per porre in risalto i vantaggi dell'impiego del legno e derivati (favorito dalla miglior conoscenza e caratterizzazione delle sue proprietà) ma altresì per focalizzare l'attenzione sull'insieme di attività legate al bosco e alla filiera forestale nel suo complesso.

Sarebbe pertanto auspicabile impostare una serie di azioni congiunte mirate a evidenziare il collegamento virtuoso tra la produzione di materia prima legno ottenuta in maniera sostenibile (anche dal punto di vista economico) ed i suoi diversi impieghi finali, di qualsiasi tipo essi siano.

Investire in tale direzione è un'opportunità che non dovrebbe essere trascurata per il contributo e le ricadute positive in termini scientifici, formativi, di evoluzione tecnologico-culturale e di diffusione delle valenze dell'ambiente forestale che molte delle discipline afferenti al settore in esame potrebbero fornire, non solo al contesto produttivo.

Le conoscenze del settore, declinate in collaborazione con i produttori di macchine per la raccolta e lavorazione del legno e completate dall'apporto interdisciplinare richiesto in contesti specifici, pur nel rispetto delle diverse competenze, sono di per sé strategiche per guidare il passaggio verso una filiera legno moderna e competitiva.

Non si devono infine dimenticare le molte espressioni artistiche ed architettoniche in cui il legno si coniuga con l'intelligenza e sensibilità dell'uomo o si presenta come materiale costitutivo o di supporto in molte opere, anche minori, che rientrano nell'ambito dei beni culturali. Anche qui la figura del tecnologo del legno può fornire indicazioni e soluzioni per una corretta gestione, conservazione e doveroso rispetto del patrimonio della tradizione, della bellezza dell'arte o dell'artigianato che abbiamo il dovere di consegnare a chi verrà dopo di noi.

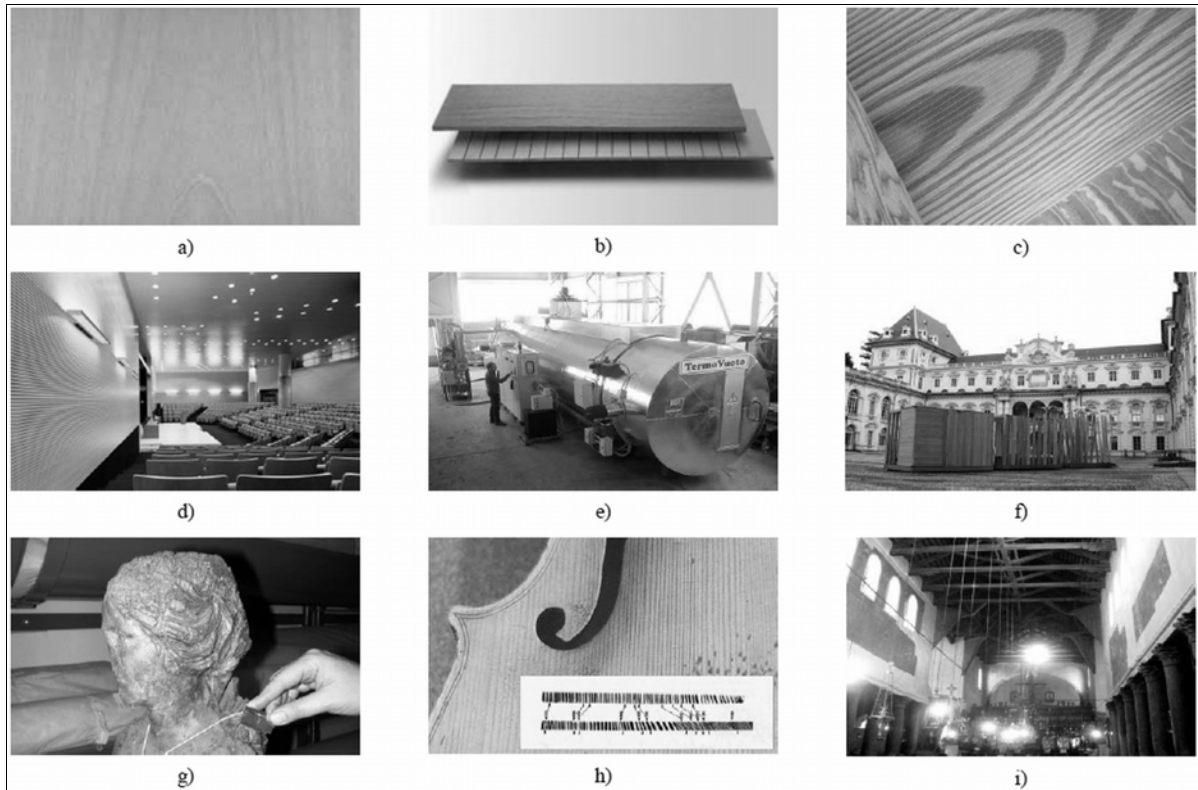


Figura 1. a) Tranciato di aniegré (*Aningeria* spp.), tinto in color noce, meglio noto come “Tanganika”, che per l’industria italiana dell’arredamento costituisce un caso emblematico nell’individuazione di legnami sostitutivi di specie pregiate, in epoca ben precedente alla globalizzazione degli interscambi commerciali (Bianchi, 2010); b) Listone Giordano (esemplare componente ligneo per pavimenti, che rappresenta una geniale intuizione nell’applicazione delle conoscenze di tecnologia del legno ed una felice sintesi in senso moderno tra scienze del legno, *design*, industria di trasformazione e componentistica edilizia) (Ragazzo, in AA.VV. *op. cit.*); c) Legno multilaminare, che consente di realizzare un materiale decorativo di grande interesse per la produzione in serie di complementi d’arredo, caratterizzato da un supporto ligneo - ricomposto - con effetti cromatici ed estetici personalizzati e non presenti in natura; d) Pannelli fonoassorbenti, che dimostrano come l’innovazione tecnologica e l’unione di competenze interdisciplinari possono concorrere a individuare nuovi sbocchi commerciali, non solo di nicchia, per semilavorati e prodotti che hanno raggiunto la fase di maturità del loro ciclo di sviluppo; e) Specifici trattamenti ad alta temperatura, che consentono di modificare il comportamento igroscopico, il colore e la durabilità del materiale legnoso, anche ai fini della valorizzazione di risorse forestali locali, con particolare attenzione al centro-sud e alle isole; f) Manufatti dimostrativi, frutto di interazioni e di reti di ricerca con ambiti disciplinari propri dei progettisti (www.workshopboislab.it e http://issuu.com/woodlab/dcs/brochure_10-10rid); g) Analisi e gestione delle problematiche di durabilità per la conservazione, restauro o ripristino di opere d’arte e strutture lignee di interesse storico-culturale; h) La dendrocronologia, finalizzata ad esempio alla datazione di strumenti musicali e manufatti di pregio, rappresenta un’ulteriore interessante applicazione riconducibile al settore della tecnologia del legno; i) Un caso di particolare rilevanza per i Beni Culturali è rappresentato dalla Basilica della Natività a Betlemme, ove un gruppo multidisciplinare a guida italiana ha eseguito la diagnostica complessiva dell’edificio ed ha progettato e realizzato l’intervento di recupero della struttura lignea in pieno accordo con la norma UNI 11161 “Beni culturali – Manufatti lignei – Linee guida per la conservazione, il restauro e la manutenzione”.

Figure 1. a) *Aningeria* (*Aningeria* spp.) sliced veneer (better known as “Tanganika”) painted for simulating the color of walnut, it represents for the Italian furniture industry an important example in searching the replacement of valuable wood species well before the beginning of globalization of the international trade (Bianchi, 2010); b) Listone Giordano, exemplary of a modern wooden floor, it is a genial insight in the industrial application of wood technology and a smart connection between science, *design*, manufacturing and building components (Ragazzo, in AA.VV. *op. cit.*); c) The Multilaminar wood allows the manufacture of decorative products of great interest for the serial production of furniture; it consists of a recomposed veneered-based material with specific chromatic and esthetics figures that are not present in natural wood; d) Sound absorbing panels show how innovation and interdisciplinary skills can contribute to identify new market opportunities, not necessary small, for semi-finished and final wood-based products that have reached the maturity in their development cycle; e) Specific high temperature treatments allow to modify the hygroscopic behavior, color and durability of wood materials and are well suited for the valorization of local forest resources with special attention to those of the Southern Regions; f) Demonstration artefact, manufactured by the interactions and research activity done involving experts of design (www.workshopboislab.it e http://issuu.com/woodlab/docs/brochure_10-10rid); g) Assessment and management of wood durability for the conservation, restoration or repairs of artifacts and wooden structures belonging to the cultural heritage; h) Dendrochronology, used for instance in dating musical instruments and valuable artifacts, represents a further interesting application of the wood technology sector; i) A case study of particular relevance for the Cultural Heritage is the Church of Nativity in in Bethlehem, where a multidisciplinary group of researchers under the Italian coordination made the general diagnostics of the building and the project for the restoration of the timber structures according to the standard UNI 11161 “Beni culturali – Manufatti lignei – Linee guida per la conservazione, il restauro e la manutenzione”.

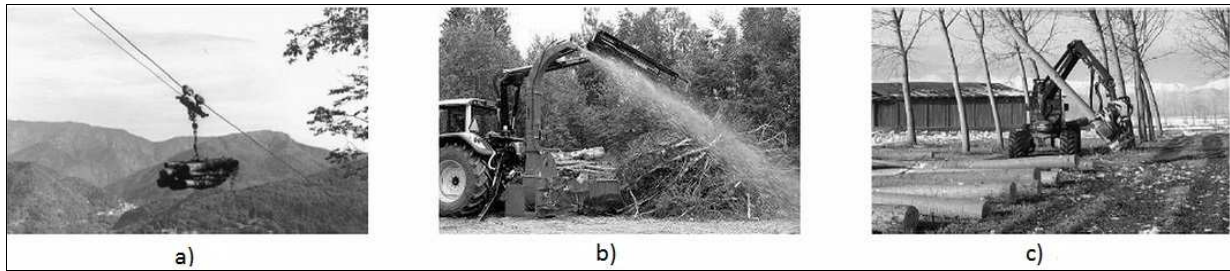


Figura 2. a) L'ambito disciplinare delle utilizzazioni forestali è in grado di fornire indicazioni tecnico-scientifiche e strumenti utili nella progettazione di linee di esbosco con gru a cavo in un'ottica multi-obiettivo.

b) Lo studio di soluzioni tecnico-organizzative per la raccolta e trasformazione di materiale legnoso ad uso combustibile in un ambito di filiera integrata è un aspetto di particolare interesse in molti contesti forestali italiani.

c) L'introduzione di moderni sistemi di utilizzazione che prevedono l'impiego di macchine complesse nella pioppicoltura tradizionale, in arboricoltura da legno e nell'ambito della *Short Rotation Forestry*, apporta incrementi significativi in termini di produttività del lavoro (e sicurezza).

Figure 2. a) The disciplinary area of Forest harvesting is able to provide important technical and scientific information and useful instruments for supporting cable logging design in a multi purposes approach of forest management.

b) The study of technical and organizational solutions for optimizing the harvesting and transformation of the biomass for fuel in a integrated model of wood-energy chain is a topic of current and highest interest for many Italian forest districts.

c) The introduction of new harvesting systems based on the use of modern forest machinery in the traditional poplar plantations, in arboricultural stands and in *Short Rotation Forestry*, allows significant increments in terms of productivity (and safety).

SUMMARY

Role and contribution of wood technology and forest harvesting in the context of education, scientific and productive sectors in Italy

This article highlights the unique properties and the cultural bases that characterize the scientific framework underlying wood technology and forest harvesting, and contextualizes the historical relations with silviculture and its latest developments. The study and knowledge of the underlying biology of wood, and the interpretation of its behavior and resulting effects as decorative or building material, are of particular importance for many professional skills. In particular, this knowledge is crucial for addressing and correctly solving technical problems that arise in a range of disciplines and operating environments, including forestry and manufacturing, and relevant to archaeological, artistic and architectural concerns. This field is also of great importance for the valorization of local timber, the innovation and the optimization of performance of wood products and composites appropriate for the sectors of furniture and structural elements. Similarly, the scientific framework, both in terms of education and research, can provide particular support for issues of forest exploitation. Here, the field can provide insights into the development of strategies for the sustainable management of forest resources, not only for productive purposes but also with the aim of attaining and giving efficiency to the various functions of forest environment. Wood technology and forest harvesting can both provide

significant input in terms of applied research and technology transfer, whose practical results and consequences are to be considered of equal dignity and value to those of theoretical studies. Given this and the renewed interest in the use of wood and wood-based products, due to their ecological profile and multiple uses, the paper invites the experts to reflect and carefully define the specific role and contribution of this sector, and identify the best strategies to raise its visibility and connect it to other areas in an interdisciplinary perspective.

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV., 2014a – *1913-2013: 100 anni di studi agrari e forestali nella Villa Granduca delle Cascine a Firenze*. A cura di G. Surico, Firenze University Press, pp. 437.
- AA.VV., 2014b – *Guglielmo Giordano. Scienza e arte del legno*. Atti del Convegno svoltosi a Margarita (CN) il 25-27 maggio 2007. Fondazione Giordano, Italgraf Edizioni, Perugia, pp. 176.
- Bianchi R., 2010 – *“Noce” Tanganika. Dalla Brianza all’Africa*. Collana: Storie di vita, Edizioni Biografiche, Milano, pp. 139
- Cavalli R., 2012 – *Per fare un tavolo ci vuole...* PostScriptum di Sherwood, n. 18.
- Uzielli L., 2006 – *I supporti lignei delle opere d’arte*. In A. Borri: *Ligneo materia*, “Studi sulla conservazione e il restauro del patrimonio artistico e architettonico ligneo”, Quattroemme, Perugia, pp. 58.

CLASSIFICAZIONE A MACCHINA PER IMPIEGHI STRUTTURALI: NUOVE OPPORTUNITÀ PER IL LEGNO ITALIANO MASSICCIO E INCOLLATO

Michele Brunetti¹, Martin Bacher², Stefano Berti¹, Paolo Burato¹, Michela Nocetti¹

¹CNR-IVALSA, Istituto per la Valorizzazione del Legno e delle Specie Arboree, Sesto Fiorentino (FI), Italy; brunetti@ivalsa.cnr.it

²MiCROTEC Srl, Bressanone (BZ), Italy

In Italia la classificazione secondo la resistenza del legname strutturale è tradizionalmente effettuata con metodo a vista, cioè rilevando manualmente le caratteristiche del legno in grado di influenzare le proprietà meccaniche. Negli ultimi 5-6 anni, però, sono state svolte indagini per mettere a punto sistemi di classificazione a macchina per alcune specie legnose presenti nel nostro Paese, con l'obiettivo di introdurre anche in Italia questa metodologia, già ampiamente diffusa in molti paesi europei e extra-europei.

In particolare sono stati raccolti e sottoposti a prove circa 4000 campioni di differenti sezioni (da 25 mm a 220 mm) e specie, come abete bianco e rosso, douglasia, larice europeo, pino nero e laricio, castagno. Le prove svolte hanno consentito di individuare i parametri utilizzabili da differenti macchine per classificare efficientemente il legname, soddisfacendo i requisiti di affidabilità statistica richiesti dalla normativa europea per l'immissione sul mercato delle attrezzature incluse nella sperimentazione. Inoltre, rivolgendo una particolare attenzione alle realtà aziendali medio-piccole italiane, è stata sviluppata anche un'attrezzatura portatile, che potenzialmente potrebbe essere condivisa da più soggetti produttivi riducendo così gli investimenti iniziali necessari.

I risultati ottenuti, oltre a rappresentare una novità assoluta per il panorama italiano, evidenziano i numerosi vantaggi che si possono ottenere attraverso l'introduzione della classificazione a macchina in luogo di quella a vista: maggiori rese quantitative, migliori rese qualitative, riduzione dei tempi di esecuzione della classificazione, maggiori garanzie di ripetibilità. Nel complesso si evidenziano nuove opportunità per l'impiego strutturale del legname italiano: infatti, attraverso la classificazione a macchina, è possibile sia valorizzare il materiale migliore, sia rendere idoneo quello di qualità medio bassa indirizzandolo verso la realizzazione di prodotti incollati.

Parole chiave: classificazione secondo la resistenza, legno strutturale, classificazione a macchina.

Keywords: strength grading, structural timber, machine grading.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-mb-cla>

1. Introduzione

Il materiale legno da alcuni anni in Italia sta raccogliendo grande interesse sia nel settore pubblico che privato ed ha visto aumentare considerevolmente la percentuale di utilizzo in edilizia, in particolare con funzione strutturale. Questa crescita, a dispetto della congiuntura economica negativa, è stata resa possibile anche grazie alla disponibilità sul mercato di una vasta gamma di prodotti in legno (massiccio, lamellare incollato, pannello di tavole...), che di fatto però sono realizzati molto spesso con legname di origine non nazionale: pertanto l'incremento dell'impiego del legno non ha riguardato la materia prima di origine locale, che ancora oggi risulta fortemente sottoutilizzata.

In ogni caso, l'impiego in edilizia dei prodotti in legno ha comportato la necessità di adeguare la loro produzione alle specifiche previste dalla normativa europea, ed in particolare al Regolamento Europeo dei Prodotti da Costruzione (CPR 305/11); per molti

prodotti infatti è già obbligatorio, o in via di introduzione, l'obbligo di marcatura CE in conformità a specifiche norme armonizzate. Per i prodotti in legno strutturale l'obbligo di conformità ha una precisa implicazione: necessità, da parte del produttore di classificare il legname secondo la resistenza (Negro *et al.*, 2013).

2. La classificazione secondo la resistenza

La classificazione secondo la resistenza permette di definirne le caratteristiche meccaniche degli assortimenti legnosi e assegnargli una classe di resistenza secondo la normativa di riferimento: si può effettuare con metodi a vista e a macchina. Con la classificazione a vista, attraverso regole di classificazione predisposte generalmente a livello nazionale, ogni singolo elemento di legno viene valutato sulla base delle caratteristiche visibili a un operatore, che possono influenzare la resistenza meccanica, come nodi, inclinazione della

fibratura, ampiezza degli anelli, presenza di lesioni meccaniche, attacchi di funghi o insetti. Sulla base di queste caratteristiche rilevabili ad occhio nudo gli elementi vengono assegnati ad una categoria e quindi ad una classe di resistenza, che ne identifica la qualità strutturale.

La classificazione a vista presenta l'innegabile vantaggio di essere poco costosa, in quanto può essere eseguita, senza l'ausilio di strumentazioni, da un operatore opportunamente istruito ed esperto; inoltre le regole di classificazione sono generalmente già disponibili per la maggior parte delle specie legnose utilizzabili, anche per quelle italiane. Per contro la procedura di classificazione a vista contiene alcune limitazioni intrinseche:

- limitato numero di classi di resistenza che possono essere individuate utilizzando le regole di classificazione;
- resa più bassa, ovvero un maggior quantità di scarto (legname che non può essere impiegato ad uso strutturale).

Anche per superare queste limitazioni, principalmente nei Paesi anglosassoni, già a partire dagli anni '60 del secolo corso si sono andate diffondendo alcune metodologie di classificazione a macchina del legname strutturale. In questo caso, vengono rilevati alcuni parametri attraverso metodi non distruttivi: modulo elastico statico (in flessione o trazione), modulo elastico dinamico (frequenza di vibrazione propria, velocità di passaggio ultrasuoni), densità del legno, dimensioni dei nodi. Questi parametri sono poi utilizzati per l'assegnazione del legname a classi di resistenza.

Rispetto alla classificazione a vista, ovviamente quella a macchina presenta degli elevati costi iniziali di investimento, sia per l'acquisto delle attrezzature che per l'approntamento di linee di movimentazione adeguate: per questo motivo al momento in Europa si è diffusa solo all'interno di grandi stabilimenti, che utilizzano un numero limitato di specie legnose largamente diffuse (abete bianco/rosso principalmente).

I vantaggi della classificazione a macchina principalmente poggiano su quattro capisaldi:

1. alta ripetibilità delle misurazioni e quindi dell'assegnazione alle classi di resistenza;
2. elevata velocità di esecuzione (da 35 a 180 pezzi/minuto);
3. elevata resa di classificazione con consistente riduzione dello scarto;
4. possibilità di assegnare il legname in un numero maggiore di classi di resistenza fra le quali sono raggiungibili anche classi più elevate rispetto alla classificazione a vista.

Il procedimento che permette di settare una macchina per la classificazione del legname strutturale è abbastanza complesso ed oneroso e richiede il rispetto di procedure codificate all'interno della normativa europea (in particolare la EN 14081 (2010) e quelle ad essa collegate); per ciascuna specie legnosa e provenienza geografica si rende necessario un campionamento rappresentativo di legname, che deve essere sottoposto, dopo la misurazione con le macchine classificatrici, a prove distruttive in laboratorio. Solo la validazione statistica ottenuta dall'analisi delle prove meccaniche di

rottura permette di verificare l'efficienza classificatrice delle macchine e ne consente la loro certificazione per la marcatura CE del legname strutturale. D'altronde un procedimento simile deve essere seguito anche per validare una regola di classificazione a vista: la possibilità di marcare CE il legname strutturale passa comunque attraverso ben definite campagne sperimentali (Brunetti *et al.*, 2011; Brunetti *et al.*, 2014).

2.1. La classificazione del legname strutturale in Italia

Nel nostro Paese fino a pochi anni fa la classificazione a macchina era possibile solo per specie estere e, per quanto riguarda quella a vista, sussistevano forti limitazioni alla possibilità di operare in conformità alle direttive europee e quindi anche di apporre il marchio CE al legname prodotto in Italia.

Attraverso alcuni progetti supportati da diverse realtà locali (Provincia Autonoma di Trento, Provincia di Torino, GAL START-Regione Toscana), CNR-IVALSA ha contribuito a migliorare i sistemi di classificazione a vista e ad estendere la possibilità di classificazione a macchina ad alcune specie presenti in Italia.

Questa attività, sviluppata in un arco di tempo compreso tra il 2006 ed il 2014, ha previsto la raccolta di 4000 campioni che sono stati misurati con differenti attrezzature e poi sottoposti a prove di laboratorio distruttive ed alle successive analisi statistiche (Brunetti *et al.*, 2012; Nocetti *et al.*, 2010).

Con questi passaggi sono stati pertanto definiti i settaggi di diversi modelli di macchine che oggi possono essere utilizzati per classificare il legname strutturale italiano. Fra l'altro, grazie a questa sperimentazione, per la prima volta in Europa oggi è possibile classificare a macchina il legname di una latifoglia, il castagno italiano.

3. Il progetto A.Pro.Fo.Mo. e lo sviluppo della macchina portatile

L'occasione del progetto A.Pro.Fo.Mo., finanziato dal GAL-START di Borgo S. Lorenzo (FI) e sviluppato nell'ambito della Foresta Modello della Montagna Fiorentina, ha permesso inoltre di mettere a punto un'attrezzatura classificatrice portatile, con la quale è possibile:

- ridurre il costo di investimento iniziale (tipico degli impianti di classificazione a macchina);
- ripartire le spese tra più soggetti produttivi (la macchina portatile infatti può essere trasferita da uno stabilimento all'altro).

Questo duplice beneficio potrebbe costituire il presupposto per una maggiore diffusione della classificazione a macchina in Italia, una nazione dove notoriamente le dimensioni delle imprese sono molto ridotte e dove, pertanto, gli investimenti in innovazione sono estremamente difficili da attivare.

Lo sviluppo dell'attrezzatura portatile è il frutto di una consolidata collaborazione tra CNR-IVALSA e l'azienda MiCROTEC di Bressanone (BZ): partendo dalla tecnologia ViSCAN (che utilizza un interferometro

laser per la misurazione della frequenza di vibrazione propria del materiale e quindi la determinazione del modulo elastico dinamico), è stata messa a punto una macchina classificatrice dotata di telemetro e di antenna Wi-Fi per un uso svincolato da una linea produttiva. In questo modo le misurazioni con la macchina possono essere effettuate in qualsiasi ambiente, posizionando l'elemento da classificare sopra due appoggi. La macchina può essere utilizzata con o senza bilancia, vale a dire rilevando o meno la densità del legname che deve essere classificato; inoltre può essere impiegata anche per classificare il legname fresco, ovvero con umidità superiore al 24% (in questo caso però è possibile solo l'uso con bilancia).

Lo sviluppo della macchina portatile, denominata ViSCAN-Portable, ha previsto, oltre al calcolo di specifici settaggi per le specie legnose italiane, anche una verifica della ripetibilità delle misurazioni effettuate ed una comparazione con un'attrezzatura fissa montata su una linea produttiva. Il confronto, basato su 107 campioni, ha evidenziato la sostanziale equivalenza dei due tipi di attrezzature (fissa/portatile) nella misura della frequenza di vibrazione propria. L'aspetto più interessante ed innovativo dell'introduzione della classificazione a macchina risiede indubbiamente nel miglioramento delle rese, sia in termini qualitativi che quantitativi. Nella figura 1 sono riportati alcuni risultati comparativi tra la classificazione a vista e quella a macchina, per douglasia e pino nero; come è facile osservare, la percentuale di elementi che deve essere scartata (R) perché non idonea per impieghi strutturali nel caso della classificazione a macchina si riduce drasticamente rispetto a quella a vista. Questo risultato è possibile grazie al fatto che la macchina rileva direttamente una proprietà meccanica del legno, il suo modulo elastico dinamico, ben correlata con la sua resistenza. L'altro risultato che emerge chiaramente è la possibilità di assegnare il legname in classi di resistenza più elevate, se classificato a macchina: le classi C40 per douglasia o C35 per pino nero non sarebbero ottenibili attraverso la classificazione a vista. Questo consente un uso più efficiente della risorsa legno ed una sua possibile valorizzazione in elementi

incollati ricomposti, come il legno lamellare (Glued-Laminated-Timber) o i pannelli strutturali di tavole (Cross-Laminated-Timber). In questo tipo di prodotti, che rappresentano le tipologie maggiormente utilizzate nelle nuove costruzioni in legno, il legno può essere utilizzato al meglio proprio grazie alla conoscenza della sua qualità strutturale.

Da rilevare anche che la classificazione a macchina da oggi può essere applicata anche al legname di latifoglia; ViSCAN-Portable infatti può essere utilizzato anche per classificare il castagno strutturale di provenienza italiana, con gli stessi benefici già evidenziati per il legname di conifera: riduzione degli scarti di classificazione, possibilità di assegnare classi di resistenza più elevate rispetto alla classificazione a vista.

4. Conclusioni

In conclusione, grazie all'attività svolta da CNR-IVALSA in collaborazione con diversi soggetti pubblici e privati, oggi la maggior parte delle specie legnose italiane utilizzabili per scopi strutturali può essere classificata anche a macchina conformemente a quanto previsto dalla normativa europea. In particolare, il castagno di origine italiana è la prima latifoglia classificabile a macchina in Europa.

La messa a punto di un'attrezzatura portatile e dai costi ridotti, è stata condotta con il preciso obiettivo di rendere questa strumentazione accessibile anche alle aziende di dimensioni medio-piccole, che potrebbero dividerne l'utilizzo.

Questo risultato è stato ottenuto senza rinunciare ai benefici intrinseci della classificazione a macchina: incremento delle rese di classificazione, riduzione dei tempi di classificazione, utilizzo più efficiente della qualità strutturale del legname. Infine, la possibilità di classificare il legname in modo più efficiente apre nuove opportunità per l'impiego di specie legnose tradizionalmente poco utilizzate: difatti la realizzazione di prodotti strutturali incollati può essere ottenuta anche a partire da legname di qualità medio-bassa, se correttamente qualificato dal punto di vista delle sue prestazioni meccaniche.

Tabella 1. Specie legnose, provenienze geografiche e dimensioni classificabili (t = spessore; w = larghezza) con le macchine ViSCAN (MiCROTEC).

Table 1. Timber species, geographical sources and sizes (t = thickness; w = width) that can be graded by ViSCAN machines (MiCROTEC).

<i>Specie</i>	<i>Provenienza geografica</i>	<i>Dimensioni consentite (mm)</i>
Microtec		
Abete bianco Abete rosso	Austria, Repubblica Ceca, Germania, Italia, Slovenia	18 ≤ t ≤ 241 58 ≤ w ≤ 308
Douglasia	Austria, Belgio, Francia, Germania, Italia, Lussemburgo	23 ≤ t ≤ 162 59 ≤ w ≤ 319
Larice	Francia, Italia	29 ≤ t ≤ 198 90 ≤ w ≤ 242
Pino nero Pino laricio	Italia	27 ≤ t ≤ 121 59 ≤ w ≤ 253
Castagno	Italia	45 ≤ t ≤ 198 72 ≤ w ≤ 198

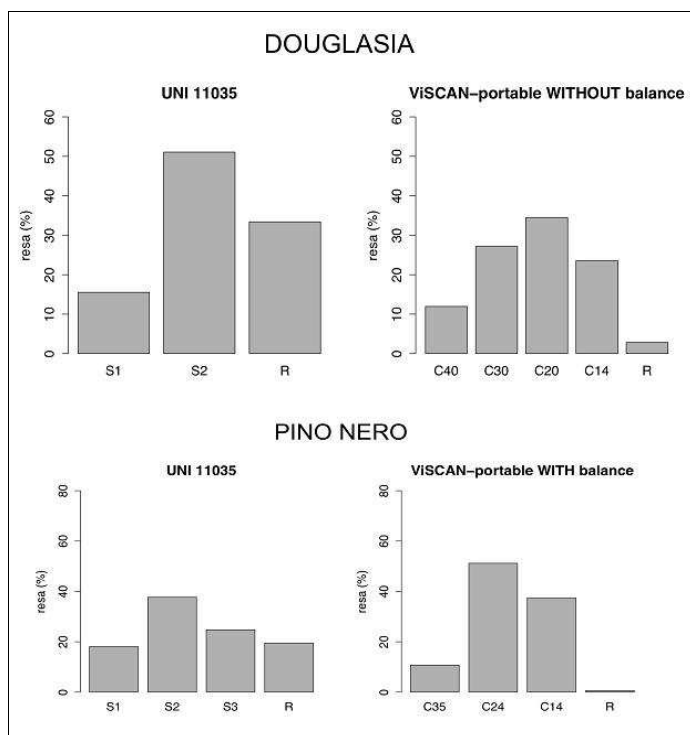


Figura 1. Confronto di rese di classificazione a vista e a macchina per douglasia e pino nero.

Figure 1. Comparison of yields for visual and machine grading for Douglas fir and back pine.

SUMMARY

Machine strength grading of structural timber: new opportunities for the Italian solid wood and glued laminated timber

In Italy, the strength grading of structural timber is traditionally done by visual method, that is by detecting the visible characteristics of the wood that are known to influence its mechanical properties. In the last 5-6 years, however, investigations were carried out to develop machine grading systems, with the aim of introducing in Italy this methodology, already widespread in many European and extra-European countries. In particular, they have been collected and tested about 4000 specimens of various cross sections (from 25 mm 220 mm) and species, such as silver fir, Norway spruce, Douglas fir, European larch, black pine, Corsican pine and chestnut.

The tests allowed to establish the proper machine settings, according to the European requirements for statistical reliability. In addition, paying particular attention to the Italian enterprises typically small and medium sized, a portable equipment was developed which could potentially be shared by multiple subjects, reducing thereby the required initial investment. The results obtained, in addition to being a novelty for the Italian scene, highlight the achievable benefits by the introduction of machine grading in place of visual grading: higher yields (i.e. higher amount of timber suitable for structural use), greater efficiency in quality exploitation (assignment of the material in higher strength classes), reduction of execution times due to strength grading, higher repeatability.

Overall, new opportunities of using Italian structural timber are highlighted: by machine grading the higher

quality material can be properly evaluated, and the medium-low quality timber can be made suitable for the production of glued structural products.

BIBLIOGRAFIA

- Brunetti M., Burato P., Cremonini C., Negro F., Nocetti M., Zanuttini R., 2012 – *Legno di larice per impieghi strutturali. Classificazione a vista e a macchina*. Sherwood, 188: 5-10.
- Brunetti M., Luchetti M., Nocetti M., 2014 – *Impiego strutturale: classificazione secondo la resistenza e normativa di riferimento*. In: Zanuttini R., Assolegno, Il legno massiccio. Materiale per un'edilizia sostenibile, Milano.
- Brunetti M., Luchetti M., Nocetti M., Togni M., 2011 – *Impiego del legno in edilizia. Nuove regole e nuove opportunità*. Sherwood, 175: 42-45.
- EN 14081-2. 2010 – *Timber structures – Strength graded structural timber with rectangular cross section. Part 2: Machine grading; additional requirements for initial type testing*. CEN European Committee for Standardization, Brussels.
- Negro F., Cremonini C., Zanuttini R., 2013 – *CE marking of structural timber: the European standardization frame work and its effects on Italian manufactures*. *Drvna Industrija*, 64 (1): 55-62.
<http://dx.doi.org/10.5552/drind.2013.1214>
- Nocetti M., Bacher M., Brunetti M., Crivellaro A., van de Kuilen J.W., 2010 – *Machine grading of Italian structural timber: preliminary results on different wood species*. Proceedings of the «World Conference on Timber Engineering», June 20-24, Riva del Garda, Trento, Italy.

VALORIZZAZIONE DEL LEGNO DI FAGGIO ITALIANO PER IMPIEGO STRUTTURALE

Daniele Cibecchini¹, Alberto Cavalli¹

¹Dipartimento di Gestione dei Sistemi Agrari, Alimentari e Forestali, Università di Firenze;
daniele.cibecchini@unifi.it

In questo contributo sono illustrati i risultati di una prima caratterizzazione fisico-meccanica di due lotti di legname di faggio in dimensioni d'uso, provenienti dalla Toscana e dalla Liguria, allo scopo di verificarne la possibilità e le potenzialità per un eventuale impiego in edilizia per uso strutturale. Attraverso la classificazione a vista e le successive prove di laboratorio, sono stati valutati i principali difetti che influenzano le proprietà meccaniche del legname e sono stati determinati i valori caratteristici delle categorie visuali previste dalle norme di classificazione impiegate: la UNI 11035 (italiana) e la DIN 4074-5 (tedesca). Ogni provenienza è stata quindi ripartita in gruppi con caratteristiche visuali simili che, dopo le prove secondo la normativa europea, possono essere attribuiti alle Classi di Resistenza D30, per quanto concerne la norma italiana, e D24 e D40 in base alla categoria, per quanto riguarda la norma tedesca. Attualmente nessuna specie legnosa italiana classificata a vista, utilizzabile in campo strutturale, raggiunge i valori di quest'ultima classe. Ciò esprime le potenzialità d'impiego e anche economiche del faggio in edilizia che, visti i primi risultati, può offrire una soluzione alternativa al progettista di strutture lignee, ma soprattutto può fornire degli sbocchi di mercato per i popolamenti di faggio che, nel futuro, data la numerosità dei soprassuoli in conversione ad alto fusto, forniranno grandi volumi di legno, di bassa qualità per falegnameria ma comunque potenzialmente idonei all'impiego strutturale.

Parole chiave: legno massiccio, proprietà meccaniche, classificazione in base alla resistenza, classi di resistenza, legname strutturale.

Keywords: solid wood, mechanical properties, strength grading, strength classes, structural timber.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-dc-val>

1. Introduzione

La sottoutilizzazione delle risorse forestali italiane così come le loro inesprese potenzialità economiche, sono alcune delle principali problematiche che limitano lo sviluppo della filiera foresta-legno in Italia. In questo contesto riuscire a diversificare e, allo stesso modo, ampliare l'offerta dei prodotti legnosi ritraibili dai nostri boschi, andrebbe ad incidere direttamente sul valore economico delle foreste e sulla loro gestione. Ricerca e innovazione potrebbero quindi favorire il miglior utilizzo del nostro patrimonio forestale passando attraverso la valorizzazione del legname di una specie per impieghi alternativi, portando in tal modo benefici di natura sociale e ambientale in termini di lavoro e di gestione del territorio (Fioravanti e Togni, 2001). Insieme alla produzione di energia, sempre più vista come destinazione finale prevalente del legname dei nostri boschi (Zanuttini, 2012; Pette-nella, 2014), uno dei campi in cui investire per il futuro è senza dubbio l'edilizia in legno che, per ragioni ecologiche e di mercato, riscuote sempre più consensi sia negli enti pubblici che nei soggetti privati, e in prospettiva è lecito attendersi un aumento dell'uso del legno nel campo delle costruzioni (Gardino, 2010;

Brunetti *et al.*, 2011). Pertanto, in vista delle opportunità che offre/offrirà questo settore, abbiamo iniziato a prendere in considerazione l'idea di utilizzare il faggio per impiego strutturale. Il legno di faggio, come ben noto, presenta ottime caratteristiche meccaniche ma, verosimilmente, non è utilizzato, almeno in Italia, per questo impiego in cui le stesse proprietà costituiscono il requisito fondamentale. Ciò è dovuto probabilmente a una serie di fattori: la ben nota scarsa durabilità naturale e l'appetibilità da parte degli insetti xilofagi, l'elevato coefficiente di ritiro volumetrico, collegato alla densità medio-alta, e gli impieghi tradizionali, tra cui quello strutturale non è annoverato. Eppure, in Europa è già impiegato con funzione portante, sia come legno massiccio che come lamellare, nonché come LVL (*Laminated Veneer Lumber*). Ciò significa che esistono procedure consolidate per attribuire ogni elemento di legno massiccio alla Classe di resistenza di appartenenza, come previsto dal moderno sistema per la classificazione del legname strutturale e dalle Norme Tecniche per le Costruzioni. All'interno della norma EN 1912, che contiene l'elenco delle specie legnose commerciabili in Europa e quindi in grado di ottenere la marcatura CE (diventa obbligatoria dal 1° gennaio 2012 per il legname struttu-

rale), è infatti già presente il faggio di provenienza tedesca classificato a vista con la norma DIN 4074-5, il quale è attribuito a Classi di Resistenza D35 e D40, superiori a tutte le specie italiane classificabili a vista sino ad oggi. Sempre in Germania, l'istituto tedesco per la tecnica delle costruzioni (DIBt - Dutsches Institute für Bautechnik) ha rilasciato l'omologazione generale per l'utilizzo in edilizia, del legno lamellare di faggio omogeneo e combinato (Z-9.1-679) per la classe di servizio I indicata dall'Eurocodice 5 (codice europeo di progettazione delle strutture lignee), ovvero limitata ai soli elementi lignei posti all'interno di edifici condizionati.

In questo contributo sono illustrati i risultati di una prima caratterizzazione fisico-meccanica di due lotti di legname di faggio in dimensioni d'uso provenienti dall'Appennino Tosco-Emiliano e dall'Alta Val Bormida in Liguria, allo scopo di verificarne la possibilità e le potenzialità di un suo eventuale impiego in edilizia per uso portante.

1.1 Il faggio in Italia

Secondo le stime di superficie raccolte nel secondo Inventario Forestale Nazionale (INFC, 2005) le faggete, con i loro 1.042.126 ha (1.035.103 ha di *Boschi alti* e 7.023 ha di *Boschi bassi*, *Boschi radi e Boscaglie*), rappresentano una delle tipologie forestali più diffuse in Italia. Il faggio infatti è presente in tutte le regioni, fatta esclusione per la Sardegna, e si trova prevalentemente nella fascia montana e sugli Appennini (Grossoni e Bussotti, 2003). Oltre alla sua estensione geografica, un altro motivo che ci ha spinto verso lo studio di questa specie è stato il crescente aumento di superficie delle fustaie di faggio, a causa della progressiva conversione all'alto fusto dei cedui invecchiati (Coppini, 2009; Nocentini, 2009; La Marca, 2012). Di conseguenza nei prossimi anni avremo una grande disponibilità di materiale da lavoro che potrebbe essere utilmente destinato per usi strutturali.

2. Materiali e metodi

2.1 Il legname

Il legname su cui è stato svolto lo studio proviene dalla Garfagnana, in Toscana, e dall'Alta Val Bormida, in Liguria, ed è costituito da 160 segati di due diverse sezioni trasversali: 85x55 mm e 120x55 mm. Entrambi i lotti sono stati ricavati da soprassuoli transitori di faggio a composizione pressoché pura nei quali erano già stati eseguiti dei primi interventi di diradamento, con età, al momento del campionamento, di 60 anni per i primi e di 50 anni per i secondi (Fig. 1). È stato quindi possibile effettuare una prima valutazione sulla qualità strutturale del legname conseguibile da popolamenti di questo tipo. Il materiale, trasformato dapprima in tavole (Fig. 2), è stato accatastato e fatto stagionare all'aria libera e poi segato nelle sezioni sopraindicate. La caratterizzazione meccanica del legname e quindi il procedimento per la derivazione dei valori caratteristici, utilizzati per la progettazione delle strutture secondo quanto previsto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, ha seguito la normativa europea di riferi-

mento (EN 384), secondo la quale ogni sezione e provenienza rappresenta un campione distinto.

2.2 La classificazione secondo la resistenza

Per poter ottenere la marcatura CE ogni elemento per uso strutturale deve essere selezionato secondo la resistenza con regole o sistemi conformi alla norma quadro EN 14081, che a sua volta rispetta i requisiti del Regolamento UE sui Prodotti da Costruzione (CPR 305/2011). La prima operazione è stata quindi quella di classificare a vista il legname attraverso le regole della norma italiana UNI 11035 e della norma tedesca DIN 4074-5. Quest'ultima prevede tre categorie resistenti per il faggio (LS13, LS10 e LS7) mentre la regola italiana ne contempla una sola (S). Questa doppia operazione, eseguita solamente per la provenienza Toscana, si è resa necessaria per confrontare e verificare l'efficacia della norma italiana mai adoperata per il faggio. Al fine di caratterizzare il materiale dal punto di vista meccanico la selezione è stata eseguita soltanto per il terzo centrale, ovvero per quel tratto di trave testato durante le successive prove meccaniche distruttive, rilevando i difetti che influiscono direttamente sulla resistenza del materiale stesso: come i nodi, l'inclinazione della fibratura e le fessurazioni da ritiro passanti.

2.3 Prove meccaniche

I segati classificati per uso strutturale dalle regole impiegate per la classificazione a vista, sono stati quindi sottoposti a prove meccaniche per la determinazione del modulo di elasticità a flessione locale e del modulo di rottura a flessione, posizionando il tratto di trave contenente il difetto ritenuto peggiore nel punto in cui durante la prova viene raggiunto il momento flettente massimo e costante (in mezzzeria). Tali prove sono state eseguite in conformità alla norma EN 408 (Fig. 3). In prossimità del tratto di segato provato, al termine della prova, sono stati poi prelevati due provini: uno per la determinazione dell'umidità e uno per la determinazione della massa volumica.

3. Risultati

3.1 Classificazione a vista

Confrontando le rese di classificazione del terzo medio dei campioni di faggio selezionati con la norma italiana UNI 11035 (Tab. 1), si evince che il lotto di segati proveniente dalla Garfagnana è di qualità migliore, in quanto più del 70% del totale è stato assegnato alla categoria S (S=strutturale) mentre per il lotto della Val Bormida solo il 55% dei segati è risultato classificabile per tale uso. Gli elementi che hanno determinato una resa minore sono stati in entrambi i casi i campioni con sezione di 85x55 mm, che rappresentano il 54% e il 71% del totale dei segati scartati, rispettivamente dal lotto di faggio toscano e dal lotto di faggio ligure. Ciò, presumibilmente, è dovuto al materiale di partenza e quindi alla qualità dei topi da cui sono stati ricavati i segati. La Tabella 2 contiene le rese di classificazione ottenute con la norma tedesca DIN 4074-5, la quale oltre ad avere limiti di nodosità diversi e di non considerare

l'inclinazione della fibratura, prevede di scartare gli elementi che contengono il midollo. Dato che non era possibile conoscere l'influenza di tale caratteristica sul comportamento meccanico del faggio, è stato deciso di utilizzare anche questo criterio di selezione. Nei casi in cui non è stato considerato il midollo, è possibile constatare come la norma italiana sia più restrittiva di quella tedesca. Questo perché lo scarto dei segati è stato determinato quasi unicamente dalle dimensioni dei nodi e i valori soglia di nodosità sono diversi per le due norme¹.

3.2 Valori caratteristici

La derivazione dei valori caratteristici delle principali proprietà meccaniche e fisiche dei segati assegnati alle categorie resistenti individuate dalla UNI 11035 e dalla DIN 4074-5 (S, LS13, LS10, e LS7), è stata effettuata seguendo le disposizioni e i criteri elencati nella norma EN 384. Per la resistenza e la massa volumica il valore caratteristico è definito dal 5° percentile inferiore della distribuzione del campione di dati, determinato con il metodo non parametrico, mentre per il modulo elastico esso è rappresentato dal valore medio. Questi valori andranno poi a comporre il cosiddetto *profilo dei valori caratteristici* attribuito alle categorie resistenti, le quali possono essere associate ad una delle Classi di Resistenza previste dalla EN 338.

La norma EN 384 prescrive inoltre di correggere i risultati delle prove fisiche e meccaniche, in base all'umidità, alla altezza della sezione trasversale e alla numerosità del campione. Quest'ultima correzione non è stata però applicata, in quanto in questa stadio della ricerca, ancora preliminare, un'ulteriore riduzione dei valori caratteristici, dovuta al basso numero di segati testati, andrebbe a penalizzare in maniera eccessiva i risultati ottenuti, i quali porterebbero a delle conclusioni distorte circa l'attitudine del faggio per strutture. Naturalmente tale correzione dovrà essere applicata qualora si voglia effettivamente presentare in sede europea questo tipo di legname per l'impiego strutturale, al fine di impostare tutta la procedura per la sua marcatura CE secondo quanto previsto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni. In Tabella 3 sono dunque riportati i valori caratteristici per la categoria S, individuata dalla norma UNI 11035, che risultano essere pressoché simili tra le due provenienze studiate e che consentirebbero di associare la categoria S alla Classe di Resistenza D30. Tuttavia, tali valori, sebbene superiori a quelli del castagno di provenienza italiana (unica latifoglia nazionale presente nella norma EN 1912), non permettono di raggiungere le Classi di Resistenza D35 e D40 che caratterizzano il faggio di provenienza tedesca.

Passando quindi ad analizzare i risultati ottenuti per il faggio della Garfagnana classificato con la DIN 4074-5 (Tab. 4), la quale prescrive limiti di nodosità diversi per

le tre categorie indicate (LS13 fino a 1/5; LS10 fino a 2/5; LS7 fino a 3/5), è possibile constatare una maggiore efficienza di selezione rispetto alla UNI 11035. Gli elementi con le caratteristiche meccaniche migliori vengono in questo modo valorizzati: $f_{m,k}$ (cfr. Tab. 3) per la LS13 è pari a 45,0 N/mm². Tuttavia per la categoria intermedia LS10 si ottengono valori di resistenza inferiori rispetto a quelli conseguiti con la norma di classificazione italiana. Infine, per la categoria LS7 a causa del basso numero di campioni non è stato possibile determinare il 5°- percentile della resistenza e della massa volumica.

4. Discussione

Dal punto di vista pratico le rese di classificazione, oltre ad esprimere la qualità strutturale dei segati selezionati, offrono una visione economica potenziale del prodotto. Esse dipendono dal materiale di partenza che a sua volta è collegato al modello di gestione del bosco. Per quanto concerne il presente studio la presenza di nodi di grandi dimensioni, probabilmente dovuta all'origine agamica, è stato il difetto che più ha inciso sulle rese di classificazione e sui valori di resistenza dei segati. Ciò nonostante, sebbene si tratti di legname proveniente da soprassuoli di ex ceduo e quindi presumibilmente di qualità scadente, nel caso in cui la selezione del legname preveda più categorie resistenti, quella migliore (in questo caso LS13), è comunque maggiormente rappresentata.

Al fine di valorizzare gli elementi con le proprietà meccaniche migliori, l'altro aspetto da valutare è la messa a punto di una nuova regola di classificazione per la norma italiana UNI 11035. Vari spunti e osservazioni sono emersi dal confronto con la DIN 4074-5, che offre una selezione più efficace. In particolare i criteri da analizzare e sui quali è necessario agire sono: la nodosità, strettamente correlata alla resistenza; l'inclinazione della fibratura, che sembra influire poco sul modulo di rottura a meno che non si trovi in concomitanza con la presenza di midollo; la presenza di fessurazioni passanti, che se di lunghezza superiore a due volte la larghezza della sezione possono comportare rotture per tensioni di taglio, longitudinali; e infine la densità, che sembra non essere correlata alla resistenza. Tali considerazioni, benché lecite perché riguardano lo studio eseguito, sono comunque aleatorie, in quanto si basano su un limitato numero di osservazioni e non possono essere ritenute esaustive. Esse rappresentano però un punto di partenza per eventuali futuri studi sul faggio per uso strutturale, nei quali dovranno essere verificate.

5. Conclusioni

Questo studio rappresenta un primo contributo per la promozione del legname di faggio italiano per uso strutturale. Attraverso la classificazione a vista e la caratterizzazione fisico-meccanica di elementi lignei in dimensioni d'uso, sono state raccolte informazioni sulle proprietà di elasticità, resistenza e massa volumica di due partite di segati provenienti dalla Toscana e dalla Liguria.

¹ Per la norma UNI 11035 un segato non è ritenuto idoneo all'uso strutturale, nel momento in cui il rapporto tra il diametro minimo del nodo e la larghezza della faccia su cui compare è superiore a 1/2; mentre la categoria LS7 (la peggiore della DIN 4074-5) accetta elementi fino a valori di 3/5.

I risultati conseguiti sono incoraggianti, soprattutto se consideriamo la tipologia di soprassuolo da cui è stato ricavato il materiale per svolgere lo studio. Inoltre nessun tipo di legname italiano contenuto nella norma EN 1912 riesce a raggiungere la Classe di Resistenza 40 (D40 per le latifoglie). Tuttavia il basso numero di campioni analizzati non permette di dare giudizi definitivi, ma offre sicuramente una prima visione circa le potenzialità del faggio in edilizia. In prospettiva se, come ci auspichiamo, soggetti privati e pubblici decidessero di investire su questa specie, sarà possibile

ampliare il campionamento e in base ad esso definire il “tipo di legname” (combinazione di specie, provenienza e categoria) da presentare in sede europea, al fine di ottenere la marcatura CE. Per un concreto impiego strutturale futuro non dovranno poi essere tralasciati gli aspetti riferiti alla durabilità del legno e previsti gli opportuni trattamenti applicabili. In sintesi questa specie ha delle ottime opportunità di sviluppo nel campo dell’edilizia, con ottimi valori di resistenza, benché riferibili a elementi strutturali di sezione relativamente piccola. Ciò rappresenta un ottimo punto di partenza.

Tabella 1. Rese di classificazione, secondo la norma UNI 11035.
 Table 1. Grading yields, according to the Italian Standard UNI 11035.

Provenienza	Garfagnana - Toscana			Alta Val Bormida - Liguria		
	Totale	85x55 mm	120x55 mm	Totale	85x55 mm	120x55 mm
<i>n.</i>	92	42	50	68	43	25
<i>Scartati</i>	24%	29%	20%	45%	51%	36%
<i>Categoria S</i>	76%	71%	80%	55%	49%	64%

Tabella 2. Rese di classificazione del campione di provenienza Toscana, secondo la norma DIN 4074-5.
 Table 2. Grading yields of the Tuscan sample, according to the German Standard DIN 4074-5.

Provenienza	Garfagnana - Toscana			Garfagnana - Toscana (comprensivi degli elementi con midollo)		
	Totale	85x55 mm	120x55 mm	Totale	85x55 mm	120x55 mm
<i>n.</i>	92	42	50	68	43	25
<i>Scartati</i>	50%	50%	50%	17%	21%	14%
<i>Categoria LS7</i>	8%	9.5%	6%	16%	19%	14%
<i>Categoria LS10</i>	14%	9.5%	18%	29%	19%	38%
<i>Categoria LS13</i>	28%	31%	26%	37%	40%	34%

Tabella 3. Valori caratteristici della categoria S, secondo la norma UNI 11035.
 Table 3. Characteristic values of the grade S, according to the Italian Standard UNI 11035.

UNI 11035 – categoria S			Toscana	Liguria
Resistenza a flessione caratteristica	$f_{m,k}$	[N/mm ²]	29,8	30,2
Modulo di elasticità medio	$E_{0,mean}$	[kN/mm ²]	13,1	13,1
Modulo di elasticità (5° percentile)	$E_{0,05}$	[kN/mm ²]	11,0	11,0
Densità caratteristica	ρ_k	[kg/m ³]	620	677
Densità media	ρ_{mean} (EN 338)	[kg/m ³]	744	812

Il valore medio della massa volumica (ρ_{mean}) è stato calcolato secondo la norma EN 338.

Tabella 4. Valori caratteristici del campione di provenienza Toscana classificato secondo la norma tedesca DIN 4074-5.

Table 4. Characteristic values of the Tuscan sample, according to the German Standard DIN 4074-5.

Categoria			LS13	LS10	LS7
Resistenza a flessione caratteristica	$f_{m,k}$	[N/mm ²]	45,0	26,7	(21,4)
Modulo di elasticità medio	$E_{0,mean}$	[kN/mm ²]	14,0	12,1	11,5
5° percentile	$E_{0,05}$	[kN/mm ²]	11,8	10,2	9,7
Densità caratteristica	ρ_k	[kg/m ³]	612	630	(650)
Densità media	ρ_{mean} (EN 338)	[kg/m ³]	734	756	780

I valori tra parentesi riferiti alla categoria LS7 rappresentano il valore minimo della caratteristica indicata (densità e modulo di rottura).



Figura 1. Toppi di faggio abbattuti.
 Figure 1. Selected beech logs.



Figura 2. Segazione.
 Figure 2. The sawing operation.



Figure 3. Prova di flessione statica, secondo la norma EN408.
 Figure 3. Bending test, according to the standard EN408.

SUMMARY

Increasing the value of Italian beech through structural use

The beech wood (*Fagus sylvatica* L.) has outstanding mechanical properties, as required for structural timber, but in Italy it does not know any structural uses. In Europe, instead, beech for structure is already an established product, both as solid wood and glulam. In this paper, the results of a first mechanical and physical characterization of two samples of timber beams from Tuscany and Liguria are presented, in order to assess the potentiality of the Italian beech for structural use. The main defects that affect the mechanical properties were identified by the visually strength grading, which was performed using: the Italian Standard UNI 11035 and the German Standard DIN 4074-5. Then, the standardized mechanical tests were carried out. In accordance to the European standards, the Strength Classes D30, D24 and D40, according to the combination Grade and Grading Rule, were reached. Nowadays, no visual grade of Italian structural timber achieves the Class D40. This result reveals the mechanical and economic potentiality of the beech for load bearing use. In fact, it may offer an alternative solution to designers as well as a different wood product for the beech stands.

BIBLIOGRAFIA

- Brunetti M., Luchetti M., Nocetti M., Togni M., 2011 – *Impiego del legno in edilizia. Nuove regole e nuove opportunità*. Sherwood, 75: 42-45.
- Coppini M., 2009 – *La gestione produttiva delle faggete in Appennino*. Tesi di dottorato di ricerca in Scienze e Tecnologie per la gestione forestale e ambientale, Università degli studi della Tuscia – Viterbo. <http://hdl.handle.net/2067/1118>.
- Fioravanti M., Togni M., 2001 – *La classificazione per usi strutturali: un elemento di promozione per il legno prodotto in particolari aree geografiche*. L'Italia Forestale e Montana, 6: 491-497.
- Gardino P., 2010 – *Il mercato italiano delle case in legno del 2010. Analisi del mercato, previsioni fino al 2015*. Ricerca di mercato condotta da Paolo Gardino Consulting per promo_legno, in collaborazione con Assolegno (settembre 2011). <http://shop.promolegno.com/shop/elencopubblicazioni.htm>.
- Grossoni P., Bussotti S., 2003 – *Il faggio*. Sherwood, 90: 37-42.
- INFC, 2005 – *Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio*. Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali, Ispettorato Gene-

rale - Corpo Forestale dello Stato, CRA - Istituto Sperimentale per l'Assessment Forestale e per l'Alpicoltura.

- La Marca O., 2012 – *La gestione delle faggete in Italia*. In: Atti dell'Accademia dei Georgofili, Sul trattamento delle faggete in Italia: dal metodo scientifico all'empirismo dei nostri giorni. Quaderni 2012-III: 17-48.
- Nocentini S., 2009 – *Structure and management of beech (Fagus sylvatica L.) forests in Italy*. iForest-Biogeosciences, For., 2:105-113. <http://dx.doi.org/10.3832/ifer0499-002>
- Pettenella D., 2014 – *Linee strategiche per rilanciare l'offerta dei prodotti forestali dai boschi italiani*. Presentazione al Convegno Forestale Nazionale "Politiche forestali e sviluppo rurale per la programmazione 2014-2020", Firenze, 15-16 gennaio 2014.
- Zanuttini R., 2012 – *Legno locale futuro protagonista? Alcune riflessioni dagli Stati generali del legno*. Sherwood, 180: 5-9.

NORMATIVE CITATE

- DIBt, 2014 – *Allgemeine Bauaufsichtliche Zulassung für Brettschichtholz aus Buche und Buche-Hybridträger*. Zulassungsnummer: Z-9.1-679. Antragsteller: Studiengemeinschaft Holzleimbau e V.
- DIN 4074-5:2008 – *Classificazione del legname secondo la resistenza – Parte 5: Segati di latifoglia*.
- EN 14081-1:2011 – *Strutture in legno. Legno strutturale con sezione rettangolare classificato secondo la resistenza - Parte 1: Requisiti generali*.
- EN 1912:2012 – *Legno strutturale - Classi di resistenza - Assegnazione delle categorie visuali e delle specie*.
- EN 1995-1-1:2005 – *Progettazione delle strutture di legno. Parte 1-1: Regole generali - Regole comuni e regole per gli edifici*.
- EN 338:2009 – *Legno strutturale - Classi di resistenza*.
- EN 384:2010 – *Legno strutturale - Determinazione dei valori caratteristici delle proprietà meccaniche e della massa volumica*.
- EN 408:2010 – *Strutture di legno - legno massiccio e legno lamellare incollato - Determinazione di alcune proprietà fisiche e meccaniche*.
- NTC, 2008 – *Norme Tecniche per le Costruzioni*. D.M. 14 gennaio 2008, Ministero delle infrastrutture.
- UNI 11035-1:2010 – *Legno strutturale - Classificazione a vista dei legnami secondo la resistenza meccanica. Parte 1: Terminologia e misurazioni delle caratteristiche*.
- UNI 11035-2:2010 – *Legno strutturale - Classificazione a vista dei legnami secondo la resistenza meccanica. Parte 2: Regole per la classificazione a vista secondo la resistenza meccanica e valori caratteristici per i tipi di legname strutturale*.

GESTIONE FORESTALE SOSTENIBILE IN SARDEGNA: DAL LEGNO AL LEGNAME, LE FUNZIONI DI PROFILO

Roberto Scotti¹, Marco Mura¹, Irene Piredda¹, Sergio Campus¹, Raffaella Lovreglio¹

¹NFS, Nuoro Forestry School, Dipartimento di Agraria, Università di Sassari, Italia; scotti@uniss.it

Lo strumento “funzione di profilo” rappresenta una evoluzione della dendrometria che, per ora, non ha trovato diffusione nel nostro paese, pochi ricercatori si sono dedicati allo sfruttamento di questo strumento, nella didattica è poco diffuso e nella pratica è sconosciuto.

Si è voluto cogliere l'occasione offerta dal progetto EDENSO per documentare una esperienza operativa di impiego di tale strumento, mostrando tutto il percorso di sviluppo ed utilizzazione. A corredo di tale percorso sono stati presentati sia una metodologia atta ad affrontare il problema in un contesto non ancora studiato, sia un algoritmo che, sfruttando le stime sul profilo del fusto, consente di effettuare la scelta e la quantificazione degli assortimenti da produrre.

Al fine di favorire la diffusione di questo strumento e la possibilità di utilizzare la funzione calcolata per il pino marittimo di 40 anni di Pattada (almeno come esempio) i codici in linguaggio R ed i valori dei parametri stimati sono resi facilmente recuperabili accedendo alla specifica pagina disponibile nel sito di “Nuoro Forestry School”: <http://nuoroforestryschool.uniss.it/archivio.html>

Parole chiave: assortimenti legnosi, dendrometria, *Pinus pinaster*.

Keywords: timber assortments, forest mensuration, *Pinus pinaster*.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-rs-ges>

1. Introduzione

Nel contesto regionale sardo, come in gran parte dei boschi in Italia centrale, la produzione legnosa è rappresentata prevalentemente o quasi esclusivamente dalla legna, da materiale utilizzato come risorsa energetica. Le opportunità di produrre assortimenti legnosi per usi diversi (strutturali, infissi, mobili, pali, ...) sono rare ed eventualmente marginali, ritenute non meritevoli di investimenti per incrementarne la competitività. Per questa ragione, tutto il legname utilizzato in Sardegna è attualmente importato (Austria, Germania, Russia, ...). Nell'ambito di una ricerca (EDENSO, Edilizia ed Energia Sostenibile), coordinata da ingegneri edili, si è colta l'occasione per valutare la prospettiva di contribuire, con la filiera corta del legno, alla valorizzazione socio-economica di contesti territoriali tipici dell'ambiente mediterraneo.

L'idea semplice alla base della ricerca è di destinare la porzione migliore dei fusti per produrre assortimenti legnosi a maggiore valore aggiunto (tavole, travi, ...) e complementare tale uso sfruttando il materiale residuo come risorsa energetica. I pannelli di tavole incrociate (x-lam) rappresentano una interessante soluzione al problema posto dalle scarse qualità fisiche e meccaniche del materiale legnoso producibile in Sardegna. I pannelli che ne derivano presentano infatti buone caratteristiche di stabilità dimensionale e elevati valori di resistenza e rigidità.

Il progetto EDENSO, considerando aspetti quali la crescita della specie e la sua diffusione ha concentrato l'attenzione sul pino marittimo (*Pinus pinaster*, Aiton

1789). In effetti, diverse conifere, per varie ragioni legate alle vicende storiche selvicolturali del territorio sardo (Sanfilippo e Vannelli, 1993), rappresentano una importante opportunità per operare nel segno della sostenibilità attraverso la promozione e la pianificazione della filiera del legno strutturale laddove sussistono condizioni idonee (ecologiche e socio-economiche) all'utilizzo produttivo della risorsa territoriale tramite forme opportune di arboricoltura da legno.

Per affrontare operativamente questa prospettiva occorre approntare strumenti atti a rispondere alla domanda: “quanto legname si ricava da questo bosco?” e quindi “a quale età del bosco sarà massimamente proficuo procedere alla rinnovazione del soprassuolo?” (che turno adottare?).

2. Premessa metodologica

Il legname è il prodotto della lavorazione in segheria. È qui che, da topi di tronco si ricavano travi e poi tavole. I fattori che limitano la possibilità di ricavare legname sono molti, a partire dalle caratteristiche del legno e del tronco (marciumi e malformazioni interne), per arrivare alle modalità di accrescimento (entità degli incrementi, caratteristiche dei rami). Non tutti questi caratteri sono prontamente rilevabili su alberi ancora in piedi mentre, a questo livello, è possibile apprezzare con discreta approssimazione sia la forma, sia le dimensioni del fusto. È sulla base principalmente di questi elementi che si sviluppa la stima della quantità di legname ricavabile da un lotto boschivo prima della sua utilizzazione.

Per procedere alla stima occorre definire le dimensioni (sezione di testa e lunghezza) dell'assortimento o degli assortimenti ricercati. In funzione della sezione di testa, o delle sezioni volute, considerando spessori aggiuntivi che tengono conto di ritiri e refilature ed includendo perdite inevitabili (strada della sega, margini di sicurezza), si ipotizzano schemi di taglio ottimali in funzione del diametro di testa del toppe (Fig. 1). È stata sviluppata una procedura di calcolo per valutare, in funzione del diametro del fusto e della sezione di testa dell'assortimento, il numero di pezzi ricavabili e la "resa", la quota di sezione del toppe effettivamente utilizzata. Sulla base di questo ultimo indicatore, è possibile stabilire quale tra i diversi assortimenti eventualmente ricercati è più conveniente ricavare in funzione del diametro di testa del toppe considerato. Stabilito il diametro della sezione circolare necessaria a contenere lo schema individuato occorre poi verificare che, per una porzione ragionevolmente rettilinea di fusto, il diametro sia sufficiente e sia possibile ricavare un toppe di lunghezza adatta all'assortimento ricercato. Nella pratica, effettuando la valutazione in bosco su singoli fusti, si procede dal basso individuando la sezione di base del primo toppe e, considerando la lunghezza dell'assortimento più esigente, si misura o si stima il diametro superiore del toppe da ricavare. Infine si valuta (in base alla "resa") l'opportunità di destinare il toppe a tale assortimento. Il procedimento si applica poi al secondo ed agli eventuali successivi toppe. Il problema si concentra quindi nella capacità di determinare il diametro ad una qualsiasi altezza lungo il fusto. La relazione che lega diametro ed altezza lungo il fusto è detta funzione di profilo o taper function (funzione di rastremazione) nella letteratura anglosassone. Il lavoro presenta metodi e strumenti sviluppati ed impiegati per stime assortimentali con diverso grado di approssimazione.

3. Materiali

Il progetto EDENSO prevede di arrivare a definire le regole necessarie per la classificazione certificata delle tavole ad uso strutturale ricavate dal pino marittimo della Sardegna. Per sviluppare questo lavoro e la successiva verifica delle caratteristiche dei pannelli assemblati con tavole classificate, era necessario ricavare materiale da almeno due popolamenti distinti.

Grazie alla collaborazione del Comune di Pattada (SS), sono stati indagati due popolamenti, uno a circa 450 m s.l.m l'altro a circa 900 m s.l.m., impiantati a metà anni '80 nel quadro di una stessa progettazione. I popolamenti sono stati soggetti ad interventi intercalari ma, in assenza di un piano di gestione, modalità ed intensità dei diradamenti sono state molto varie.

Le condizioni stazionali e paesaggistiche, in entrambe le località, sono tali da rendere proponibile l'ipotesi del taglio a raso e rinnovazione artificiale, per tratti di ampiezza ragionevole. Le possibilità economiche del progetto non hanno però consentito di procedere secondo tale ipotesi ottimale. Quindi, tramite analisi dettagliate delle strutture presenti, sono stati individuati fusti adatti a produrre le tavole di diverse dimensioni

necessarie al progetto, cercando di contenere al massimo possibile il prelievo da effettuare. In conclusione sono stati abbattuti 82 alberi, distribuiti tra le due località. In Tabella 1 è sintetizzata la distribuzione ipsodiametrica dei fusti oggetto di indagine.

4. Metodi

Nel seguito sono illustrati metodi e strumenti sviluppati ed impiegati per produrre le stime assortimentali necessarie al progetto EDENSO.

In particolare si espone (i) una metodologia di stima della funzione di profilo individuale basata su rilievi specifici, (ii) la funzione di profilo calibrata per il pino marittimo di 40 anni di Pattada e (iii) l'algoritmo di caratterizzazione dello schema di taglio ottimale, citato in premessa.

4.1 Metodologia di stima della funzione di profilo individuale basata su rilievi specifici

In assenza di studi già maturati e quindi non disponendo di una funzione di profilo calibrata per il contesto in esame, per procedere alla stima è necessario individuare quantomeno un campione di fusti e procedere alla loro caratterizzazione assortimentale mediante specifici rilievi. Le tecniche oggi disponibili per il rilievo del profilo di un fusto in piedi sono numerose, dalle sofisticate tecniche che fanno ricorso al laser agli strumenti ottici di precisione di derivazione topografica ed ingegneristica. Il cavalletto parabolico rappresenta un'alternativa a basso costo di tradizione nordica (da cui il nome cavalletto finlandese) (Fig. 2). Si è potuto verificare che ricorrendo alla misura dell'altezza totale e a misure effettuate con il cavalletto finlandese e con il cavalletto convenzionale ad altezze standard (probabile sezione taglio, 130, 200, 400 e 600 cm) è possibile ottenere una ottima funzione di profilo per lo specifico fusto considerato.

L'approccio che ha prodotto i risultati di maggiore soddisfazione è stato quello basato su interpolazioni spline che fanno riferimento al metodo proposto da Hyman (1983): *Accurate monotonicity preserving cubic interpolation*. Nell'ambiente statistico R (R Core Team, 2014), questo approccio è reso disponibile nella funzione *spline()* tramite il parametro *method* (pacchetto *stats*). La verifica della accuratezza della funzione individuale è stata effettuata rilevando il profilo del fusto una volta abbattuto. Il confronto ha in realtà messo in evidenza la necessità di effettuare una accurata taratura del procedimento di lettura del diametro del fusto con il cavalletto finlandese. Il grafico in Figura 3 presenta un confronto rappresentativo della situazione di maggiore frequenza.

4.2 La funzione di profilo per il pino marittimo di 40 anni di Pattada

In letteratura il problema della modellizzazione matematico-statistica delle funzioni di profilo è stato ampiamente trattato, a partire dal molto citato lavoro di Hojer (1903), ma non ha trovato significativa convergenza. Kozac (2004), avendo pubblicato molto in proposito, traccia uno sviluppo storico dello strumento

e si propone di scrivere le sue “ultime parole” in proposito. In realtà anche Rojo *et al.* (2005), trattando in particolare il pino marittimo, non hanno individuato una soluzione nettamente vantaggiosa. L’analisi di questo tipo di dati presenta infatti difficoltà specifiche: le osservazioni elementari non possono essere considerate tra loro indipendenti essendo le misure di diametro su uno stesso fusto, ovviamente, molto correlate.

Kublin e Breidenbach (2013) hanno recentemente sviluppato un approccio particolarmente rigoroso ed interessante alla analisi di rilievi di profili arborei. Il metodo si basa su un “modello regressivo B-spline ad effetti misti”. Dal punto di vista algebrico l’approccio è piuttosto complesso, difficile da implementare in autonomia. Il problema è tuttavia perfettamente risolto avendo gli autori pubblicato il pacchetto di funzioni per l’ambiente R denominato “TapeR” (Kublin *et al.*, 2013). Questo include funzioni sia per la calibrazione del modello che per il suo impiego nelle stime. A complemento dei profili stimati il pacchetto consente anche di determinare l’accuratezza dei valori prodotti. La complessità dell’approccio adottato, non consente di documentare in termini facilmente riproducibili il risultato del processo di calibrazione. Per rendere tale risultato utilizzabile a chi fosse interessato i valori dei parametri del modello sono messi a disposizione, nel formato richiesto dal pacchetto “TapeR”, sul sito web di NuoroForestrySchool¹.

I grafici in Figura 4 esemplificano il comportamento del modello. Per rendere direttamente confrontabili profili derivati da fusti con diverse dimensioni (diametriche e/o di altezza) si adotta un sistema di riferimento relativo: il diametro del profilo viene rappresentato dal rapporto tra “diametro sezione” e “diametro a petto d’uomo”, l’altezza dal rapporto tra “distanza dalla cima” e “altezza totale meno 1.3 m”.

4.3 Algoritmo di caratterizzazione dello schema di taglio ottimale

L’algoritmo sviluppato, anch’esso implementato per l’ambiente statistico R, è codificato in una funzione denominata *AssortmentCrossSectionAllocation* (Fig. 5). In base ai parametri in ingresso, attraverso una sequenza di operazioni algebriche di geometria elementare, tale funzione individua la massima sezione rettangolare utile per ricavare le tavole per un dato assortimento. Stabilita la sezione, al netto delle perdite di produzione (ritiri, refilature, ...), è determinato il numero di tavole e l’indicatore di “resa” massima ipotizzabile (rapporto area sezione rettangolare, area sezione toppo sotto corteccia). I principali parametri in ingresso richiesti dall’algoritmo sono: (i) il diametro sopra corteccia, che si suppone valutato in corrispondenza della sezione di testa del toppo (teorico, stimato sul fusto in piedi, o reale, misurato sul fusto a terra), (ii) la sezione di testa dell’assortimento ricercato, larghezza e spessore della tavola. Vi sono poi parametri opzionali (spessore della corteccia, eventuale margine di sicurezza e strada della sega) da utilizzare per adattare la stima a condizioni

specifiche. Operativamente l’algoritmo presenta una duplice utilità. Consente di comporre tabelle da utilizzare in bosco, nel corso della stima preliminare, per scegliere tra sezioni alternative e quindi decidere in che modo utilizzare un dato fusto, in base alla “resa” prevista vuoi da assortimenti alternativi, vuoi da posizioni di taglio alternative.

Nella successiva fase di elaborazione, utilizzando eventualmente misure di maggiore dettaglio, la funzione consente di tenere la contabilità delle tavole prodotte, per ciascun tipo di assortimento, nel bosco esaminato.

5. Conclusioni

Lo strumento “funzione di profilo” rappresenta una evoluzione della dendrometria che, per ora, non ha trovato diffusione nel nostro paese, pochi ricercatori si sono dedicati allo sfruttamento di questo strumento, nella didattica è poco diffuso e nella pratica è sconosciuto.

Si è voluto cogliere l’occasione offerta dal progetto EDENSO per documentare una esperienza operativa di impiego di tale strumento, mostrando tutto il percorso di sviluppo ed utilizzazione. A corredo di tale percorso sono stati presentati sia una metodologia atta ad affrontare il problema in un contesto non ancora studiato, sia un algoritmo che, sfruttando le stime sul profilo del fusto, consente di effettuare la scelta e la quantificazione degli assortimenti da produrre.

Al fine di favorire la diffusione di questo strumento e la possibilità di utilizzare la funzione calcolata per il pino marittimo di 40 anni di Pattada (almeno come esempio) i codici in linguaggio R ed i valori dei parametri stimati sono resi facilmente recuperabili accedendo alla specifica pagina disponibile nel sito di “Nuoro Forestry School”:

<http://nuoroforestryschool.uniss.it/archivio.html>

Tabella 1. Rilievo dei profili, distribuzione ipso-diametrica dei fusti.

Table 1. Measured stem profiles, frequencies by dbh and height classes.

Numero fusti rilevati				
<i>d130h_tot</i>	12	15	18	21
20		1		
30	1	5	18	1
40		4	37	10
50			2	2

¹ <http://nuoroforestryschool.uniss.it/archivio.html>

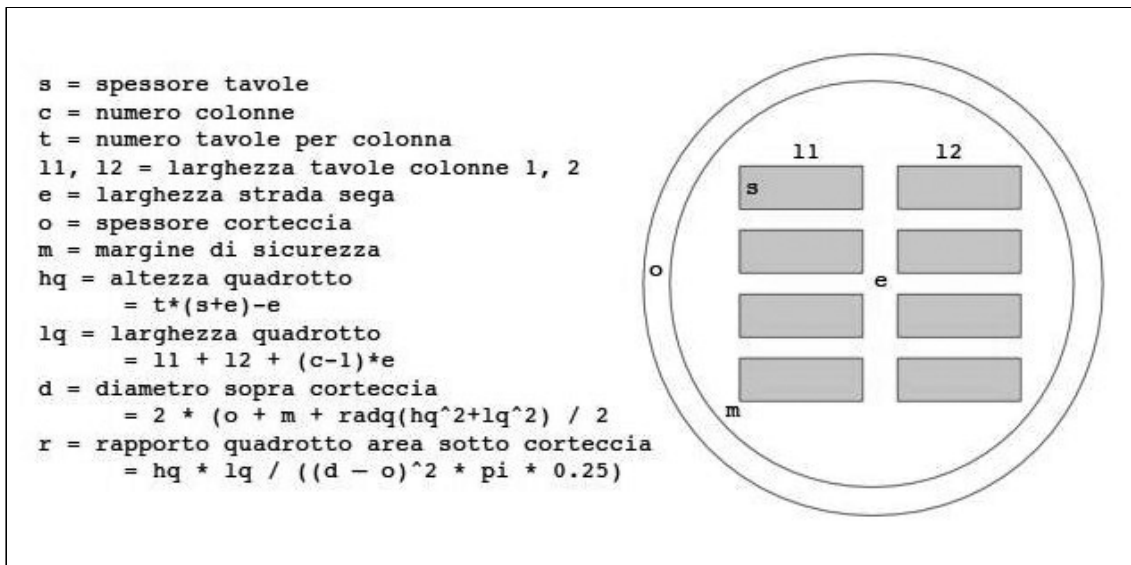


Figura 1. Ipotesi di schema di taglio calcolato massimizzando il numero di tavole ricavabili, per un dato assortimento, in funzione del diametro di testa del toppe.

Figure 1. Hypotesis of sawing pattern computed maximizing the number of boards, of a given assortment, as a function of bole cross-section.

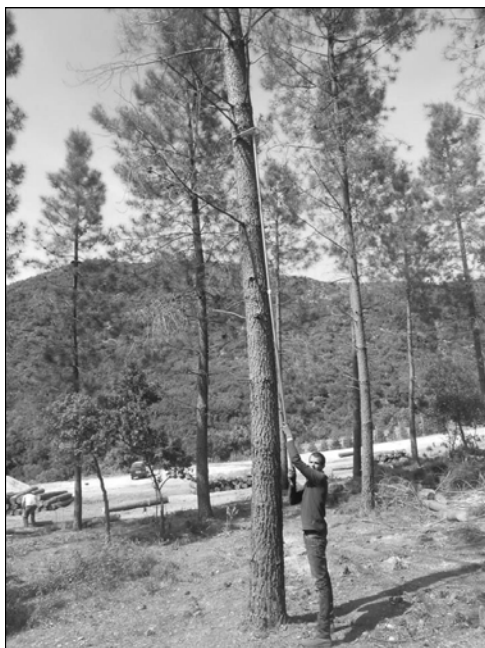


Figura 2. Utilizzo del “cavalletto finlandese” nella misurazione di un diametro in alto.

Figure 2. Measurement of an upper diameter using the “Finnish parabolic caliper”.

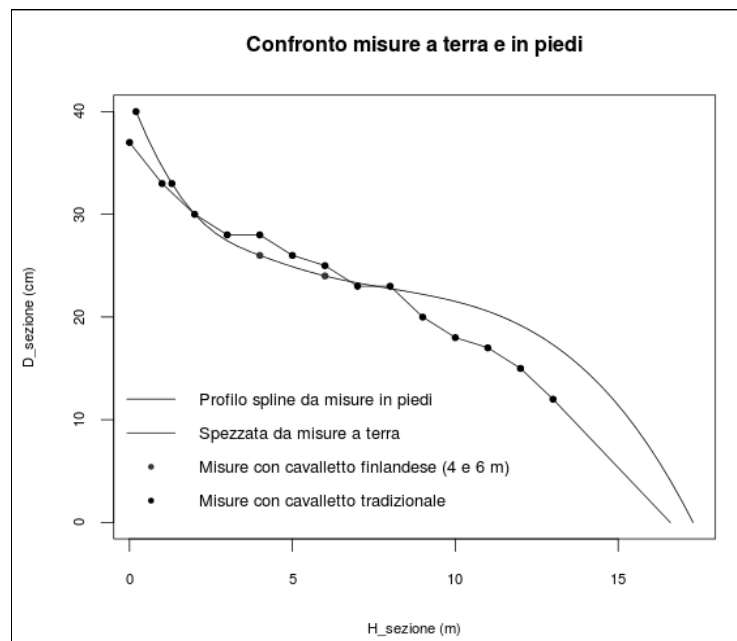


Figura 3. Verifica del profilo stimato sul fusto in piedi per confronto con il rilievo dopo l’abbattimento.

Figure 3. Verifying stem profile estimated before felling compared to mesurements taken on the laying stem.

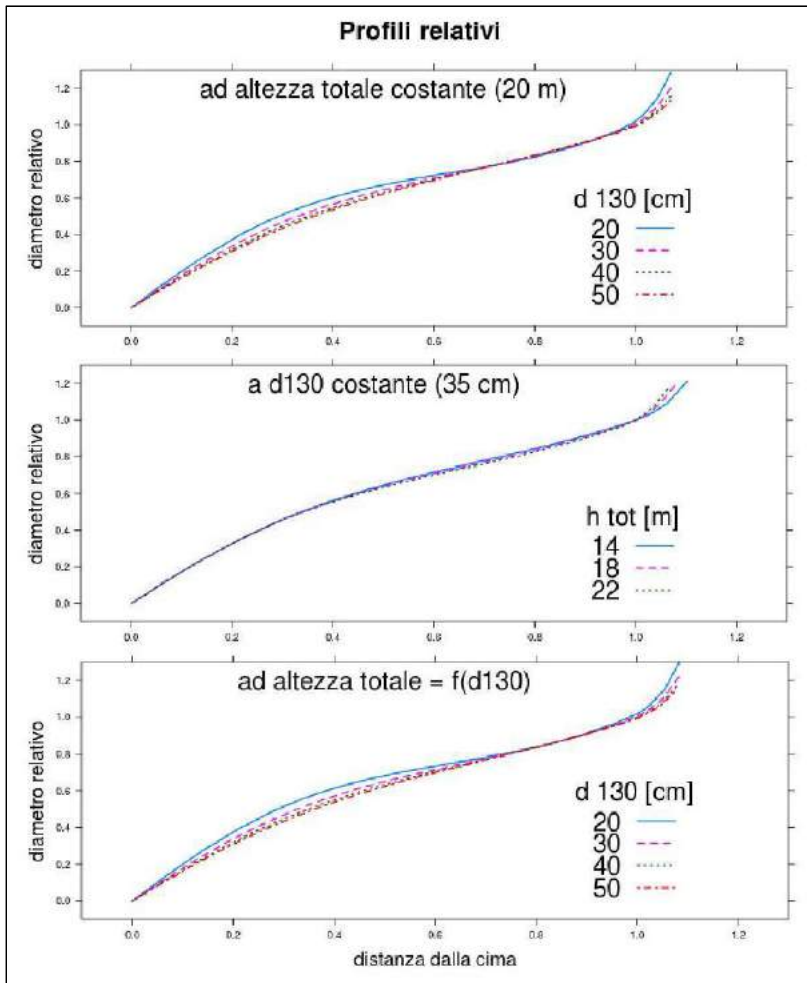


Figura 4. Confronto tra profili calcolati utilizzando la funzione di profilo prodotta.
 Figure 4. Comparison among stem profiles computed using the estimated taper function.

```
AssortmentCrossSectionAllocation <- function(d_min, thickness, width,
bark=20, margin=0, saw=5)
{
  o <- bark # spessore corteccia
  m <- margin # margine di sicurezza
  e <- saw # larghezza strada sega

  s <- thickness # spessore tavole
  l <- width # larghezza tavole
  diag <- sqrt(s^2 + l^2)
  du <- d_min-o-m # diametro utile
  lqi <- du/sqrt(2) # lato del quadrato inscritto
  c <- r <- u <- rep(NA,3)
  u_max <- 1
  if (diag <= du) {
    c[1] <- floor((lqi+e)/(l+e)) # numero colonne
    if(c[1]>=0) c[2] <- c[1]+1
    if(c[1]>1) c[3] <- c[1]-1
    for(i in 1:3) {
      lq <- c[i]*(l+e)-e # larghezza del quadrotto
      if (!is.na(c[i]) && lq<du) {
        ari <- sqrt(du^2-lq^2) # altezza rettangolo inscritto
        r[i] <- floor((ari+e)/(s+e)) # numero righe
        hq <- r[i]*(s+e)-e # larghezza quadrotto
        u[i] <- hq*lq/((d_min-o)^2*pi/4) # rapporto aree
        quadrotto/sez. senza corteccia
      }
    }
    u_max <- match(max(u,na.rm=T),u)
  }
  return(list(d_min=d_min, thickness=thickness, width=width,
n_col=c[u_max], n_row=r[u_max], residual=u[u_max]))
}
```

Figura 5. Codifica in linguaggio R dell'algoritmo sviluppato per valutare quante tavole è possibile ricavare, per un assortimento dato, nota la sezione minima del toppe.

Figure 5. R language code implementing the algorithm that maximises the number of boards, of a given assortment, as a function of bole cross-section.

SUMMARY

Sustainable forest management in Sardegna: from wood to timber, the role of taper functions

Taper functions are advanced forest mensuration tools that, for now, have not found spread in our country, few researchers have devoted attention to exploit it, in the teaching it is not widespread and in the operational world it is unknown. Taking the opportunity offered by the project EDENSO, the paper documents an operational experience of use of the tool, showing the whole path of development and utilization. In support of this path are presented both a methodology to tackle the problem in a context not yet studied and an algorithm that, using estimates of the profile of the bole, aids in choosing and quantification of the assortments to produce with that bole. In order to encourage the spread of this tool and the ability to use the function calculated for the maritime pine of 40 years of Pattada (at least as an example) the procedures and functions as well as the values of the estimated parameters, all coded in R language, are easily recoverable from the specific page available at "Nuoro Forestry School":
<http://nuoroforestryschool.uniss.it/archivio.htm>.

BIBLIOGRAFIA

Hojer A., 1903 – *Growth of Scots pine and Norway spruce*. Stockholm, Bilaga till. Loven, F.A. om vara barrskorlar, pp. 87-120.

- Hyman J.M., 1983 – *Accurate monotonicity preserving cubic interpolation*. SIAM J. Sci. Stat. Comput., 4: 645-654.
<http://dx.doi.org/10.1137/0904045>
- Kozak A., 2004 – *My last words on taper equations*. The Forestry Chronicle, 80:507-515.
<http://dx.doi.org/10.5558/tfc80507-4>
- Kublin E., Breidenbach J., 2013 – *TapeR - Flexible tree taper curves based on semiparametric mixed models*. R-package version 0.3.0. Available on CRAN:
<http://cran.r-project.org/web/packages/TapeR/>
- Kublin E., Breidenbach J., Kaendler G., 2013 – *A flexible stem taper and volume prediction method based on mixed-effects B-spline regression*. European Journal of Forest Research, 132: 983-997.S.
- R Core Team, 2014 – *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
<http://www.R-project.org/>
- Rojo A., Perales X., Sanchez-Rodriguez F., Alvarez-Gonzalez J.G., von Gadow K., 2005 – *Stem taper functions for maritime pine (Pinus pinaster Ait.) in Galicia (Northwestern Spain)*. European Journal of Forest Research, 124: 177-186.
<http://dx.doi.org/10.1007/s10342-005-0066-6>
- Sanfilippo E., Vannelli S., 1993 – *Indagine sui risultati tecnici, economici e sociali dei rimboschimenti in Sardegna*. Regione Autonoma della Sardegna, Assessorato della Difesa dell'Ambiente, Cagliari (Relazione finale convenzione registrata 20.05.1992 n. 3416).

OPTISOUNDWOOD: UN PROGETTO MULTIDISCIPLINARE PER LO SVILUPPO DI MANUFATTI A BASE DI LEGNO INNOVATIVI

Corrado Cremonini¹, Marco Fringuellino², Francesco Negro¹, Roberto Zanuttini¹

¹DISAFA, Università degli Studi di Torino, Grugliasco; francesco.negro@unito.it

²SAE Institute, Milano

Il contributo illustra i principali risultati del progetto di ricerca Optisoundwood, inserito nell'ambito del Piano di Sviluppo Rurale 2007-2013 della Regione Piemonte - Misura 124.2 "Cooperazione per lo sviluppo di nuovi prodotti, processi e tecnologie nel settore forestale". Attraverso la costituzione di un'apposita Associazione Temporanea di Scopo, il progetto ha comportato la collaborazione sinergica di un'industria del settore legno, in qualità di capofila, della Provincia di Torino, di due partner scientifici (dell'Università e Politecnico) e di un esperto in acustica. Tale gruppo ha operato con lo scopo di sviluppare e realizzare nuovi pannelli e compositi a base di sfogliati ottenuti per quanto possibile da legname di produzione locale, in grado di rispondere a esigenze di impiego nell'ambito del risanamento acustico.

L'attività ha previsto un'ampia serie di prove di caratterizzazione delle proprietà di fonoassorbimento a carico di pannelli sperimentali e compositi a base di legno muniti di fori e cavità. In particolare è stato preso in considerazione il campo delle basse frequenze, che comprende quelle del parlato. In base ai risultati ottenuti sono state realizzate differenti tipologie di prototipi in dimensioni d'uso: pannelli fonoassorbenti, quadri fonoassorbenti, pannelli sandwich aventi solette in compensato, bass traps. Il caso di studio illustra come lo sviluppo di prodotti innovativi possa essere strumento di valorizzazione del legname locale e permette di trarre utili indicazioni sia in merito all'impiego delle competenze proprie della tecnologia del legno a supporto delle esigenze industriali sia relativamente al ruolo delle sinergie tra industria ed enti di ricerca nell'attuale contesto economico/produttivo.

Parole chiave: innovazione, prodotti a base di legno, risanamento acustico.

Keywords: innovation, wood based products, acoustic improvement.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-cc-opt>

1. Introduzione

L'acustica degli ambienti di grandi dimensioni e destinati allo svolgimento di attività umane, come ad esempio sale mensa, uffici *open space* o sale d'attesa, è stata a lungo trascurata, sebbene sia di fondamentale importanza (Moncada-Lo Giudice e Santoboni, 2000; Cirillo, 1997). Il disturbo causato dal rumore è infatti un parametro importante per valutare la qualità della vita in quanto influisce significativamente sulle condizioni di comfort e può rappresentare fonte di malessere (Cingolani e Spagnolo, 2005). Negli ultimi decenni la ricerca in ambito acustico si è orientata verso la definizione analitica della percezione del rumore rispetto alla variazione della struttura fisica del campo sonoro in cui si trova l'ascoltatore (acustica) e alla variabilità del giudizio personale (psico-acustica). Ad oggi, mentre sono stati individuati i parametri fondamentali e sono disponibili norme specifiche per determinare con accuratezza la qualità acustica di un ambiente (Felli, 1999), molto rimane da fare rispetto alla caratterizzazione di prodotti specificatamente dedicati al suo risanamento.

Il progetto Optisoundwood si inserisce nell'ambito del

Piano di Sviluppo Rurale 2007-2013 della Regione Piemonte - Misura 124.2 "Cooperazione per lo sviluppo di nuovi prodotti, processi e tecnologie nel settore forestale". Attraverso la costituzione di un'apposita Associazione Temporanea di Scopo, esso ha comportato la collaborazione sinergica di un'industria del settore legno, in qualità di capofila, della Provincia di Torino, di due partner scientifici e di un esperto in acustica, con lo scopo di sviluppare, sperimentare e realizzare nuovi pannelli e compositi a base di sfogliati ottenuti per quanto possibile dalla lavorazione di legname di produzione locale, in grado di rispondere in maniera affidabile, con prestazioni elevate, funzionalità decorative e in un'ottica di qualità ed ecocompatibilità, a specifiche esigenze di impiego nell'ambito del risanamento acustico.

In particolare, il progetto ha previsto la produzione di una serie di prototipi, dalle interessanti caratteristiche estetiche, finalizzati ad ottimizzare l'acustica di un ambiente di posa attenuandone la pressione sonora attraverso il cosiddetto effetto Helmholtz.

Tale principio si basa su di un sistema del tipo massa-molla formato da due volumi comunicanti denominati collo e cavità. I fori realizzati sulla superficie del pannello rappresentano i colli, mentre appositi spazi

interni o retrostanti allo stesso, costituiscono le cavità. Quando un'onda sonora incontra l'aria contenuta nel collo (la massa) la spinge nella cavità comprimendo quella già presente che reagisce (come una molla) espandendosi e respingendo l'aria in ingresso attraverso i fori. Si origina in tal modo un movimento oscillatorio dei suddetti volumi d'aria che determina la dissipazione di elevate quantità di energia sonora in corrispondenza di una frequenza di risonanza. L'applicazione di questo fenomeno ha reso possibile la messa a punto di manufatti fonoassorbenti, muniti di fori superficiali e cavità sottostanti opportunamente dimensionati sulla base di modelli matematici teorici, in modo da realizzare un sistema vibrante con una propria frequenza di risonanza posizionata nel campo della componente sonora che si intende attenuare.

Il progetto ha interessato anche alcuni aspetti ambientali e di ecosostenibilità. Per la produzione dei pannelli è stato infatti oggetto di indagine l'impiego di adesivi naturali, privi di formaldeide, in sostituzione di quelli sintetici a base di resine termoindurenti tradizionalmente usati a livello industriale. A tale riguardo sono state svolte sperimentazioni atte a verificare la qualità dell'incollaggio e il rispetto della legislazione vigente in materia (D.M. 10 ottobre 2008).

Contestualmente è stato valutato l'impiego di nuovi cloni di pioppo selezionati dal CRA - Unità di Ricerca per le Produzioni Legnose Fuori Foresta di Casale Monferrato (AL).

A questa fase è seguita un'ampia caratterizzazione di laboratorio, tramite uno specifico apparato ad onde stazionarie (UNI ISO 10534-2), mirata a determinare il coefficiente di fonoassorbimento e l'impedenza acustica di una serie di soluzioni tecniche relative a diverse geometrie e rapporti tra fori e cavità realizzati su pannelli campione. Sulla base dei dati ottenuti sono stati quindi selezionati un numero ristretto di prototipi tra cui alcune tipologie di pannelli e quadri acustici fonoassorbenti.

Una parte rilevante del lavoro ha inoltre riguardato le modalità di installazione e la scelta di finiture o soluzioni estetico-decorative (quali ad esempio la stampa su legno e varie modalità di fresature superficiali con centro di lavoro CNC) in grado di valorizzare il prodotto finale. Nell'ambito del progetto sono state infine realizzate due nuove tipologie di trappole acustiche, di cui una a forma cilindrica in compensato curvabile, funzionanti in base ad un principio di fonoassorbimento differente dall'effetto Helmholtz, che non sono descritte nel presente contributo. I suddetti prototipi sono stati quindi sottoposti a misure in condizioni d'uso e in camera riverberante (UNI EN ISO 354) in un intervallo di frequenze compreso fra 100 Hz e 5000 Hz.

L'articolo analizza in particolare la fase di validazione delle prestazioni fonoassorbenti dei prototipi attraverso la caratterizzazione acustica di un ambiente di lavoro prima e dopo la loro messa in opera.

2. Materiali e metodi

Nell'ambito del progetto Optisoundwood sono state realizzate e sottoposte a prova due differenti tipologie

di prototipi caratterizzati da proprietà fonoassorbenti riconducibili all'effetto di risonanza di Helmholtz:

- *Pannelli fonoassorbenti* (Fig. 1): costituiti da compensato di pioppo forato superficialmente ed installato su un telaio anch'esso in compensato al cui interno è stato alloggiato un materassino fonoassorbente in fibra di poliestere;

- *Quadri fonoassorbenti* (Fig. 2): ovvero pannelli sandwich aventi solette in compensato, di cui una più spessa e forata destinata a rimanere a vista, e anima interna costituita da una struttura in nido d'ape a celle vuote delimitate da pareti di sfogliato. Entrambe le suddette tipologie sono state realizzate con spessore di 40 mm, superficie forata dell'1.41%, fori di diametro 3 e 5 mm e in formati modulari con lati da 60 cm o multipli. Per la validazione delle proprietà fonoassorbenti si è cercato un ambiente di prova in grado di simulare una reale situazione d'impiego. Nella fattispecie è stato individuato un locale destinato a sala mensa, ubicato all'interno del sito produttivo del partner industriale. La scelta di tale ambiente è stata dettata dalla necessità di valutare la risposta dei prodotti in una situazione fortemente riverberante e caratterizzata da una bassa qualità acustica. Questa si verifica soprattutto in ambienti grandi e con superfici lisce e rigide che fanno rimbalzare le onde sonore fra pareti, soffitto e pavimento.

Le sale mensa, in genere, presentano tali caratteristiche e nell'ambito degli ambienti di lavoro costituiscono uno dei casi in cui è più richiesto un intervento di correzione. In tali situazioni è infatti noto come un clima di brusio costante determini non solo fastidiosi disturbi ma anche serie difficoltà a rilassarsi durante la pausa lavorativa, senza contare il rischio di frequenti emicranie, senso di stanchezza, stress e affaticamento dell'organo dell'udito nel personale che frequenta il locale (Cirillo, 1997).

Nel caso specifico il luogo oggetto di prova era caratterizzato dalla presenza di ampie superfici acusticamente riflettenti (pareti perimetrali in laterizio intonacato, pavimento in gres porcellanato e soffitto rivestito con pannelli in PVC). Si tratta pertanto di un sito fortemente riverberante che amplifica i livelli di rumore prodotti al suo interno durante lo svolgimento delle attività antropiche (preparazione dei tavoli, allestimento della postazione per la conservazione e riscaldamento delle vivande, conversazione degli operai durante il pasto). L'ambiente individuato ha un volume di 243.81 m³, corrispondente ad una superficie di 231.55 m², e soddisfa i requisiti dimensionali previsti dalla norma UNI EN ISO 354. Durante le prove la mensa è stata regolarmente allestita con tavoli e sedie in materiale plastico.

In tale contesto sono state effettuate due tipologie di misurazioni:

- rilievi fonometrici per stimare i livelli di rumore massimi che si raggiungono quando nella sala sono presenti da 10 a 25 persone (in funzione dei turni di lavoro);

- rilievi fonometrici per valutare il tempo di riverberazione.

Contestualmente si è proceduto a rilevare le condizioni termo-igrometriche ambientali che sono risultate (T 20.6-21 °C e UR 43-48%) entro i limiti indicati dalla norma UNI EN ISO 354 e si sono mantenute pressoché costanti

per tutto il tempo richiesto dalle misurazioni. Sono stati quindi sottoposti a prova i seguenti prototipi:

- n. 8 pannelli fonoassorbenti, per una superficie complessiva di 21.2 m²;
- n. 26 quadri acustici, per una superficie complessiva di 14.4 m².

Tutti i prototipi sono stati appesi alle pareti, distribuendoli in maniera uniforme all'interno del locale.

Per la definizione della metodologia di indagine si è fatto riferimento alla norma UNI EN ISO 3382, che stabilisce criteri e parametri di misura normalizzati sulla base della risposta all'impulso, mentre l'esecuzione delle prove e l'analisi dei risultati è avvenuta in conformità alla norma UNI EN ISO 354.

I rilievi strumentali sono stati eseguiti con un fonometro integratore LARSON DAVIS L&D824, corredato di certificato di taratura in regime di validità, classe 1 di precisione (comprensivo di capsula microfonica a condensatore ½ pollice free field L&D2541 e preamplificatore L&D PRM902). È stato inoltre utilizzato un calibratore LARSON DAVIS CAL200, anch'esso in classe 1 di precisione e con certificato di taratura valido.

Inoltre sono state effettuate due misure fonometriche di riverberazione con la tecnica del rumore rosa interrotto, ciascuna delle quali rappresenta una media di 5 diversi punti variabili nello spazio, per un totale di 10 rilevazioni fonometriche.

Le due determinazioni acustiche hanno avuto durata di un'ora (dalle ore 12 alle ore 13), nella quale sono stati registrati i livelli di rumore presenti durante l'approntamento della sala mensa e il consumo dei pasti.

Infine, al termine di una pausa pasto, è stato sottoposto un questionario ai 14 fruitori presenti nella sala mensa al fine di valutare come avessero percepito l'effetto acustico dei pannelli fonoassorbenti.

3. Risultati e discussione

I risultati ottenuti dalla verifica sperimentale hanno permesso di validare i prototipi realizzati e di confermare la caratterizzazione acustica effettuata sui pannelli campione mediante il tubo ad onde stazionarie (UNI ISO 10534-2). Per entrambi i prototipi oggetto di prova, ovvero pannelli fonoassorbenti e quadri acustici a nido d'ape, le misure effettuate in condizioni d'uso hanno confermato significative prestazioni in termini di fonoassorbimento. La misura nella sala mensa vuota, confrontata con quella del medesimo ambiente dopo l'intervento di risanamento acustico tramite la posa dei pannelli fonoassorbenti ha evidenziato un'importante diminuzione del tempo di riverberazione nel campo delle medie frequenze. Nello specifico si evince un'ottima coincidenza della frequenza di risonanza, alla quale si riscontra il massimo assorbimento del sistema, tra le misure effettuate in laboratorio con il tubo ad impedenza e quelle in sala mensa. La maggiore larghezza di banda della curva del coefficiente di assorbimento risultante dalle misure in campo è da imputarsi alla presenza del materiale poroso collocato dietro alla superficie forata. Analogo comportamento si riscontra nei quadri acustici per i quali si evince tuttavia un leggero spostamento della frequenza di risonanza in condizioni reali rispetto a

quanto osservato dalle misure effettuate con il tubo ad impedenza. Tale diversa posizione del picco, peraltro di poca importanza in termini di efficienza del sistema, è probabilmente da imputare al fatto che la foratura superficiale su un elemento con struttura interna a nido d'ape comporta una certa variabilità nei volumi delle celle interessate dall'effetto Helmholtz che, in relazione alla limitata dimensione dei provini usati nella prova con il tubo ad impedenza (diametro 100 mm), non era stato possibile valutare a livello di laboratorio.

L'efficacia dell'assorbimento è comunque anche in questo caso evidente dalla forte riduzione operata sul tempo di riverberazione in seguito alla messa in opera degli elementi fonoassorbenti sotto forma di quadri acustici. Tutti i risultati sono stati confermati dalla misurazione del coefficiente di assorbimento acustico in camera riverberante (UNI EN ISO 354), in un intervallo di frequenze di misura compreso fra 100 Hz e 5000 Hz. Infine, dalle risposte al questionario è stato possibile evincere come l'effetto di fonoassorbimento sia stato chiaramente percepito dai fruitori della sala mensa. Tutte le persone a cui è stato sottoposto il questionario hanno infatti percepito un'attenuazione del rumore di fondo, hanno ritenuto di sentire meglio la conversazione ed hanno giudicato sensibilmente migliorata la qualità acustica dell'ambiente.

4. Conclusioni

Il progetto Optisoundwood ha consentito di sviluppare, sperimentare e realizzare su scala industriale una serie di nuovi pannelli e compositi a base di sfogliati ottenuti per quanto possibile dalla lavorazione di legname di provenienza regionale, dalle funzionalità decorative e prestazioni in grado di soddisfare specifiche esigenze di impiego nell'ambito del risanamento acustico. Esso ha costituito inoltre un esempio virtuoso di collaborazione tra vari soggetti, operanti nel settore imprenditoriale e della ricerca che rappresenta un volano per lo sviluppo di processi e prodotti innovativi, in cui competenze complementari hanno contribuito a individuare soluzioni tecniche più ecologiche ed alla messa a punto di manufatti di maggior valore aggiunto e tali da consentire di diversificare la produzione aziendale verso nicchie di mercato e applicazioni non tradizionali.

I risultati ottenuti hanno confermato la validità dei prototipi realizzati e permetteranno a breve di proporre prodotti a base di legno dalle prestazioni mirate che ben si prestano a realizzare interventi di miglioramento e risanamento acustico a costi contenuti dal momento che non richiedono il rifacimento dei locali né complicate modalità di posa. Quanto sopra assume rilevanza, specificità e potenzialità applicative soprattutto in locali chiusi ad elevata frequentazione (mense, luoghi di culto, auditorium, teatri), pubblici esercizi (bar, ristoranti, discoteche) e in ambiti che necessitano di condizioni acustiche particolari (sale di registrazione, studi radio-televisivi, aree workshop in manifestazioni fieristiche), ovvero dove sia necessario migliorare il "comfort acustico" non solo per quanto concerne l'attenuazione del rumore ma anche l'ottimizzazione della "qualità sonora" degli ambienti considerati.

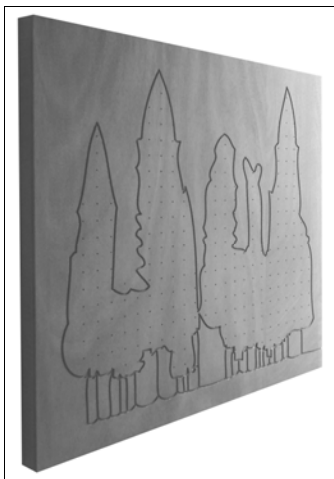


Figura 1. Pannello fotoassorbente.
Figure 1. Sound absorbing panel.



Figura 2. Quadro fotoassorbente.
Figure 2. Sound absorbing frame.

SUMMARY

OPTISOUNDWOOD: a multidisciplinary project for developing innovative wood based products

The contribution illustrates the main results of the “Optisoundwood” research project, carried out within the Rural Development Plan 2007-2013 of Piemonte Region – Measure 124-2 “Cooperation for the development of new products, processes and technologies in the forest sector”. Through the constitution of a specific “Temporary Association of Aim”, the project envisaged the synergic collaboration of an industry of the wood sector as a project leader, the Province of Torino, two scientific partners (University of Torino and Politecnico of Torino) and an acoustic expert.

This group operated to develop and realize new panels and composites made of veneers obtained, as much as possible, from local wood and intended for acoustic improvement purposes. The activity included a broad testing activity for determining the sound absorption properties of experimental wood based panels and drilled on their surface and paired with void cavities. In particular the low frequency range, which includes speech frequencies, was considered. On the basis of the experimental results obtained on the above mentioned products, different typologies of prototypes in end-use dimensions were realized: sound absorbing panels, sound absorbing frames, sandwich panels constituted by plywood skins, bass traps. The studied case illustrates how developing innovative products can support the valorization of local wood. Further, useful indication can be drawn both on the application of wood technology competences for meeting industrial needs and on the role

played by synergies between industry and research bodies in the current economic/productive context.

BIBLIOGRAFIA

- Cingolani R., Spagnolo R., 2005 – *Acustica musicale e architettonica*. Edizioni UTET, Torino.
Cirillo E., 1997 – *Acustica applicata*. Edizioni Mc Graw-Hill, Milano.
Felli M., 1999 – *Lezioni di fisica tecnica*. Acustica, Vol. 3. Tecnica dell'Illuminazione. Morlacchi editore, Perugia.
Moncada-Lo Giudice G., Santoboni S., 2000 – *Acustica*. Edizioni CEA, Milano.

NORMATIVA CITATA

- DPCM del 01/03/91. Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno (GU n° 57 del 08/03/91).
UNI EN ISO 354. Misurazione del coefficiente di assorbimento acustico in camera riverberante.
UNI ISO 10534-2. Determinazione del coefficiente di assorbimento acustico e dell'impedenza acustica in tubi di impedenza.
UNI CEN/TS 1793-5. Dispositivi per la riduzione del rumore da traffico stradale - Metodo di prova per la determinazione della prestazione acustica.
UNI ISO 13472-1. Misurazione in situ del coefficiente di assorbimento acustico di superfici stradali.
UNI EN ISO 3382. Misurazione dei parametri acustici degli ambienti.
D.M. 10 ottobre 2008. Disposizioni atte a regolamentare l'emissione di aldeide formica da pannelli a base di legno e manufatti con essi realizzati in ambienti di vita e soggiorno.

ELETTRICITÀ DAI RESIDUI FORESTALI: PIROGASSIFICAZIONE CON IMPIANTI DI PICCOLA TAGLIA

Marco Fellin¹, Martino Negri¹

¹CNR-IVALSA, San Michele all'Adige, Trento; fellin@ivalsa.cnr.it

La piro-gassificazione con co-generazione elettrica e termica effettuata a partire da biomasse o residui forestali è oggetto di studio e monitoraggio tramite il progetto Energia Slow. L'impianto sperimentale monitorato è di piccola taglia (30 kW di energia elettrica e 30 kW di energia termica).

Il processo di pirogassificazione è analizzato nella sua integralità: caratterizzazione della biomassa in ingresso, monitoraggio del processo di pirogassificazione e analisi della qualità del syngas prodotto, controllo delle emissioni in atmosfera, caratterizzazione dei prodotti di scarto (acque di lavaggio fumi, tar, carbone vegetale...) e verifica del rendimento elettrico.

La biomassa in ingresso viene valutata per la tipologia, il potere calorifico, il contenuto di umidità, il contenuto in ceneri e in metalli pesanti. È stata analizzata in tempo reale la composizione chimica del syngas, quindi calcolato il potere calorifico del syngas.

Il controllo delle emissioni in atmosfera avviene in maniera speditiva tramite misura continua dei composti organici volatili e delle polveri aerodisperse. Sempre a tutela del minor impatto ambientale vengono effettuate analisi chimiche volte a caratterizzare i composti di scarto quali acque di lavaggio fumi, tar e carbone vegetale. Il processo viene quindi analizzato integralmente tramite la verifica dell'energia elettrica prodotta, e il calcolo del rendimento parziale syngas-energia elettrica e del rendimento totale biomassa-energia elettrica.

I risultati delle prove sperimentali evidenziano potenziali promettenti per questa tecnologia, con rendimenti piuttosto elevati e limitato impatto sugli ecosistemi.

Parole chiave: qualità del legno, biomassa, pirogassificazione, syngas, emissioni, rendimento, VOC, polveri.

Keywords: wood quality, biomass, pyrogasification, syngas, emissions, efficiency, VOC.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-mf-ele>

1. Introduzione

La corsa alle energie rinnovabili di quest'ultimo decennio ha riportato in auge la co-generazione elettrica e termica da biomasse o residui forestali.

I principali processi di conversione dell'energia chimica del legno in energia termica sono la combustione e la gassificazione. Numerose sono le differenze tra i due processi, in particolare in termini di complessità delle tecnologie impiegate, emissioni nocive per gli ecosistemi, rendimenti. Ad entrambi i processi è possibile applicare una seconda trasformazione e generare energia elettrica da utilizzare sul posto (off-grid) o da immettere in rete in conto energia.

Negli ultimi anni si sono resi disponibili sul mercato impianti di pirogassificazione di piccola taglia di costo moderato e di facile installazione. Questi impianti sono inoltre contraddistinti da una notevole semplicità d'uso e manutenzione e di una grande versatilità nella tipologia di biomassa di alimentazione, che può spaziare dal cippato al combustibile solido secondario così come agli scarti zootecnici.

In questo lavoro si presenta una sintesi dell'ampia sperimentazione nell'ambito di una ricerca contrattuale

su un pirogassificatore di piccola taglia, capace di produrre 30 kW di energia elettrica e 30 kW di energia termica netti, da immettere gli uni nella rete del GSE (Gestore Servizi Energetici) tramite il conto energia, gli altri in una piccola rete di teleriscaldamento per abitazioni o per processi di trasformazione. Il processo di pirogassificazione è stato analizzato nella sua integralità tramite la caratterizzazione della biomassa in ingresso, il monitoraggio del processo di pirogassificazione e le analisi della qualità del syngas prodotto, il controllo delle emissioni in atmosfera, la caratterizzazione dei prodotti di scarto (acque di lavaggio fumi, tar, carbone vegetale...) e la verifica del rendimento elettrico.

La biomassa in ingresso viene valutata per la tipologia, il potere calorifico, il contenuto di umidità, il contenuto in ceneri e in metalli pesanti con metodologie basate sulle norme EN 14778, EN 14961 e EN 15234. Sono state inoltre condotte prove sperimentali per la verifica dell'essiccazione su nastro trasportatore, tramite il riutilizzo di parte del calore dell'impianto.

Il processo di pirogassificazione viene monitorato tramite i parametri macchina quali velocità di soffiaggio e aspirazione, temperature e pressioni della camera di gassificazione, scrubber ecc.

Viene analizzata in tempo reale la composizione chimica del syngas prodotto, parametro che può essere utilizzato per il calcolo del potere calorifico del syngas e quindi dell'efficienza di conversione energetica biomassa-syngas.

Il controllo delle emissioni in atmosfera avviene in maniera speditiva tramite misura continua dei composti organici volatili e delle polveri aerodisperse in 6 classi dimensionali tra gli 0,3 µm e i 10 µm (i cosiddetti PM10). Sempre a tutela del minor impatto ambientale vengono effettuate analisi chimiche volte a caratterizzare i composti di scarto quali acque di lavaggio fumi, tar e carbone vegetale.

Il processo viene quindi analizzato integralmente tramite la verifica dell'energia elettrica prodotta, e il calcolo del rendimento parziale syngas-energia elettrica e del rendimento totale biomassa-energia elettrica.

2. Materiali e metodi

2.1 Umidità materiali combustibili e biochar

Le materie prime combustibili oggetto delle analisi sono state cippato misto di abete e castagno e e frazione separata di letame allevato a grigliato. Il contenuto di umidità è stato misurato in riferimento alla massa umida (o tal quale) seguendo la metodologia di prova cui alla norma UNI CEN 14774-2:2005, tramite essiccazione in stufa termostatica a 105°C (±2°C) e pesate successive con bilancia di risoluzione (0,1 g).

2.2 pH, residuo secco e umidità dei liquidi di lavaggio fumi

La misura del pH del liquido di lavaggio fumi è stata effettuata sui campioni prelevati a intervalli di circa due ore di funzionamento del gassificatore. La misura è stata effettuata con pHmetro da laboratorio con risoluzione a pH 0,01.

La misura del residuo secco (e di conseguenza dell'umidità) del liquido lavaggio fumi è stata eseguita secondo i metodi di prova UNI EN 12880:2002 e 15934:2012. Il liquido è stato accuratamente miscelato e sono state effettuate tre ripetizioni per ciascun campione.

2.3 Contenuto di metalli pesanti nei combustibili

Gli elementi chimici presenti nei combustibili sono stati misurati tramite spettrofotometria XRF (ED-XRF o Fluorescenza di Raggi X in Dispersione di Energia). Questa tecnologia permette di analizzare con buon livello di precisione e rapidità gli elementi chimici presenti in un materiale con peso atomico superiore a quello del magnesio.

Lo strumento utilizzato per le analisi è un X-MET 5100 della Oxford Instruments. Il tubo a raggi X è energizzato con tensione di 45 kV e intensità di corrente di 40 µA.

Il tempo di misura di 60 s fornisce un limite di quantificazione degli elementi compatibile con uno screening rapido per la rivelazione di eventuali contaminazioni da metalli pesanti nella biomassa.

2.4 Misura della produzione di syngas, delle emissioni in atmosfera di polveri e TVOC e dei parametri macchina

La misura della produzione di syngas è avvenuta tramite un analizzatore di syngas MRU Vario Plus. Le misure sono state effettuate sul syngas prelevato dal gassificatore a monte del motore, trasportato con una linea fumi non riscaldata e filtrato per eliminare le impurità tramite gorgogliatore a gasolio quindi con un filtro in cotone quindi con un filtro in carta. Assieme ai valori di concentrazione dei gas costituenti il syngas sono stati registrati alcuni parametri significativi dell'impianto, quali pressioni e temperature operazionali, e i processi in corso, quali accensione di torcia, gassificatore, caricamento biomassa. Le misure dalla dispersione in atmosfera di polveri e TVOC sono avvenute tramite un analizzatore di polveri a laser scatter (Aerotrak 9306) e un analizzatore a fotoionizzazione (Phockeck Tiger), rispettivamente. Le polveri aerodisperse vengono analizzate in 6 classi dimensionali tra gli 0,3 µm e i 10 µm (i cosiddetti PM10).

2.5 Calcolo del rendimento complessivo

Il rendimento dell'intero ciclo produttivo è stato analizzato tramite misure oggettive e parametri di macchina. È stato misurato il consumo orario di combustibile (cippato), la sua umidità e ne è stato calcolato il potere calorifico. Si è quindi proceduto alla misura della portata oraria e della composizione chimica del gas di sintesi e tramite modellizzazione al calcolo del suo potere calorifico. Si è infine proceduto al calcolo del rendimento della macchina termica alimentata a syngas, sulla base dei dati forniti dal produttore, essendo la parte elettrica dell'impianto ancora in fase di collaudo.

3. Risultati e discussione

3.1 Umidità materiali combustibili e biochar

Il cippato è risultato avere un contenuto di umidità compreso tra il 15 e il 22 %. Vi è una evidente differenza nel contenuto di umidità tra il cippato campionato in superficie del cumulo, e quindi esposto all'aria, e quello a qualche decina di centimetri di profondità, che è risultato avere un contenuto di umidità maggiore. La frazione separata di letame allevato a grigliato è risultata avere un elevato tenore di umidità (81 %).

3.2 pH, residuo secco e umidità dei liquidi di lavaggio fumi

Il risultato delle misure del pH definiscono il liquido di lavaggio come moderatamente acido, con una tendenza alla diminuzione del pH in funzione del tempo di lavaggio dei fumi. I dettagli in Tabella 1.

3.3 Contenuto di metalli pesanti nei combustibili

I risultati dell'analisi elementare nel cippato e nel letame evidenziano assenza di metalli pesanti. Alcune misure riportano una presenza di ferro, forse da contaminazione del cippato con il silo di stoccaggio o trasporto. I dati sono presentati in Tabella 2.

3.4 Misura della produzione di syngas, delle emissioni in atmosfera di polveri e TVOC e dei parametri macchina

Nella sessione di prova qui riportata il gassificatore ha funzionato in linea di massima a regime, senza evidenti problemi tecnici. Il potere calorifico inferiore (PCI) totale oscilla tra i 4 e i 5 MJ/kg e a intervalli regolari il PCI cala per l'adduzione di ossigeno inevitabilmente condotto in camera di gassificazione in occasione delle aperture della bocca di alimentazione del cippato. I dettagli in Figura 1.

Le emissioni di polveri in questa sessione di prove sono estremamente modeste, non superando nel complesso mai la soglia di 50 µg/m³. I dettagli in Figura 2.

Le emissioni di TVOC presentano invece un andamento con concentrazioni da medie ad elevate lungo tutta la durata delle prove oscillando tra i 100÷800 ppb.

Numerose e di vario tipo sono le operazioni effettuate sul gassificatore e non si individua una principale operazione o processo che sia causa di un aumento delle emissioni VOC in atmosfera. I dettagli in Figura 3.

3.5 Calcolo del rendimento complessivo

Il rendimento dell'intero ciclo produttivo è stato calcolato come di seguito descritto. Sulla base del consumo orario di combustibile e della sua umidità ne è stato calcolato il potere calorifico (formula di Hartmann). Tramite la misura di portata oraria e la misura di composizione chimica del syngas è stato possibile ottenere il potere calorifico e rapportarlo alla quantità di combustibile in ingresso. Infine si è proceduto al calcolo teorico del rendimento della macchina termica alimentata a syngas, sulla base dei dati forniti dal produttore.

Il rendimento risulta essere del 28 % tra la biomassa e la produzione di syngas, e del 5 % come rendimento complessivo tra biomassa e produzione di energia elet-

trica. È stato in questa sede omesso il calcolo del rendimento termico.

I dettagli sono presentati in Tabella 3.

4. Conclusioni

La caratterizzazione dei vari tipi di biomassa ha stabilito un contenuto di umidità generalmente idoneo alla combustione/gassificazione (umidità 15÷22%).

Il combustibile costituito da frazione separata di letame ha un forte tenore di umidità. Una ulteriore essiccazione della biomassa può contribuire in maniera significativa a migliorare il rendimento complessivo del gassificatore.

Il pH delle acque di lavaggio è moderatamente acido, mentre il residuo secco ha valori attorno allo 1÷2%.

Per quanto concerne il contenuto di metalli pesanti nella biomassa non se ne osserva alcuna presenza. È stato possibile identificare una modesta contaminazione da ferro, probabilmente causata dal trasporto e stoccaggio della biomassa, che non si ritiene essere un pericolo per la salute umana come per l'impianto di gassificazione.

Per quanto riguarda le emissioni in atmosfera, le emissioni di polveri sono state generalmente molto contenute.

Per quanto riguarda le emissioni di composti organici volatili (VOC) si sono osservati frequenti momenti con emissioni moderate o elevate.

Il potere calorifico inferiore del syngas è stato, a regime, 3,5÷4,5 MJ/kg (ca. 4,1÷5,3 MJ/Nm³).

Si raccomanda di proseguire con il monitoraggio dei metalli pesanti nella biomassa, così come di tenere controllato il suo contenuto di umidità. Si raccomanda di proseguire la campagna di misurazioni dei VOC e di prestare la massima attenzione alle emissioni di composti organici volatili.

Tabella 1. Caratteristiche del liquido di lavaggio dei fumi.

Table 1. Characteristics of washing water fumes: pH, dry and moisture contents.

	<i>campione</i>	<i>pH</i>	<i>residuo secco [%]</i>	<i>dev. st [%]</i>	<i>cv [%]</i>	<i>contenuto di umidità [%]</i>	<i>dev. st [%]</i>	<i>cv [%]</i>
<i>sessione 1</i>	acqua di lavaggio, ore 11:10	4,23	0,1	0,01	5,2	99,9	0,01	0
	acqua di lavaggio, ore 13:20	4,28	0,1	0,04	40,4	99,9	0,04	0
	acqua di lavaggio, ore 15:20	3,9	0,2	0	1,9	99,8	0	0
	acqua di lavaggio, ore 18:00	3,96	0,2	0,05	28,5	99,8	0,05	0
<i>sessione 2</i>	acqua di lavaggio, ore 13:20	5,6	0,06	-	-	99,9	-	-
	acqua di lavaggio, ore 17:15	4,26	0,11	-	-	99,9	-	-
	acqua di lavaggio, ore 15:30	3,26	0,3	-	-	99,7	-	-

Tabella 2. Concentrazione chimica elementare della biomassa (elementi con massa atomica >Mg).
 Table 2. Elementary chemical composition of biomass (of elements with atomic mass >Mg).

<i>nome</i>	<i>elemento chimico</i>	<i>Ca</i>	<i>Mn</i>	<i>Fe</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Sr</i>	
	<i>limite di rilevabilità</i>	<i>mg/kg</i>	60	5	11	7	6	1
	<i>limite di quantificazione</i>	<i>mg/kg</i>	300	25	66	35	30	5
cippato da nastro trasportatore	<i>conc. media</i>	<i>mg/kg</i>	16995	137	688	38	121	73
	dev.st.	<i>mg/kg</i>	2444	13	64	7	16	8
	cv	%	14	10	9	19	13	11
frazione separata di letame	<i>conc. media</i>	<i>mg/kg</i>	2622	38	-	9	18	31
	dev.st.	<i>mg/kg</i>	1354	33	-	2	5	9
	cv	%	52	85	-	22	29	30
cippato da cassone, superficie	<i>conc. media</i>	<i>mg/kg</i>	5091	47	893	-	28	35
	dev.st.	<i>mg/kg</i>	2010	22	214	-	10	3
	cv	%	39	46	24	-	35	7
cippato da cassone, 30 cm prof.	<i>conc. media</i>	<i>mg/kg</i>	6176	48	735	-	24	30
	dev.st.	<i>mg/kg</i>	2981	25	10	-	10	10
	cv	%	48	52	1	-	43	32
cippato da tramoggia	<i>conc. media</i>	<i>mg/kg</i>	9378	128	841	-	31	51
	dev.st.	<i>mg/kg</i>	2263	62	-	-	4	33
	cv	%	24	49	-	-	14	66
cippato da cumulo	<i>conc. media</i>	<i>mg/kg</i>	4563	47	-	-	12	27
	dev.st.	<i>mg/kg</i>	2928	21	-	-	3	13
	cv	%	64	44	-	-	24	47

Tabella 3. Calcolo dell'efficienza energetica per la conversione in energia elettrica.
 Table 3. Electrical efficiency from biomass.

Parametri macchina e misure strumentali			consumo legno		<i>kg/h</i>	60	
			densità syngas		<i>kg/m³</i>	1,119	
			produzione di syngas		<i>Nm³/h</i>	130	
			produzione di syngas		<i>kg/h</i>	145	
			fattore di conversione da P _{cub} termico a elettrico		-	0,17966	
	<i>Potere calorifico</i>		<i>Energia prodotta in 1 ora (60 kg di legna, 120 m³ syngas)</i>		<i>rendimento complessivo su legno 12%</i>	<i>perdite parziali</i>	<i>perdite totali</i>
	<i>MJ/kg</i>	<i>kWh/kg</i>	<i>MJ</i>	<i>kWh</i>	%	%	%
Robinia anidra	18,5	5,1	-	-	-	-	-
Robinia a 12 % contenuto umidità	16	4,4	959	266	100	0	0
produzione di syngas standard	4,5	1,2	655	182	28,1	-71,9	-71,9
produzione di energia elettrica	0,8	0,2	118	33	5,1	-23,1	-94,9

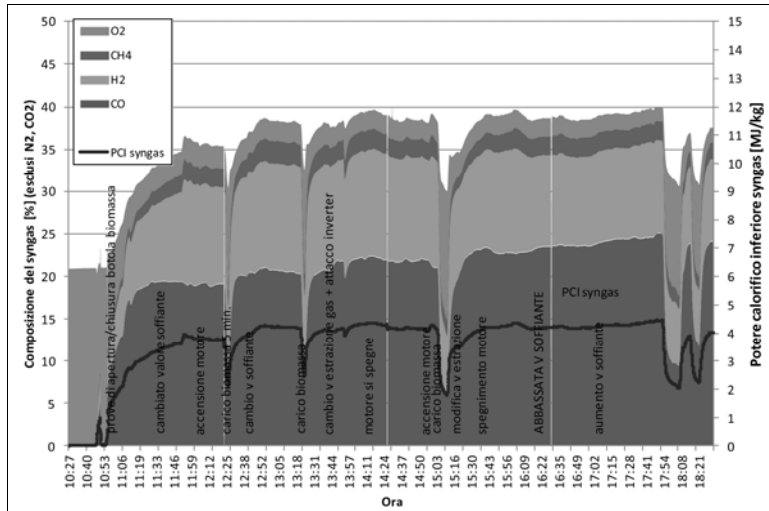


Figura 1. Performances di generazione di syngas.
 Figure 1. Syngas production performances.

Figura 2. Misurazioni di polveri sottili a 10 m dal gassificatore.
 Figure 2. Airborne particulate measured at 10 m from the plant.

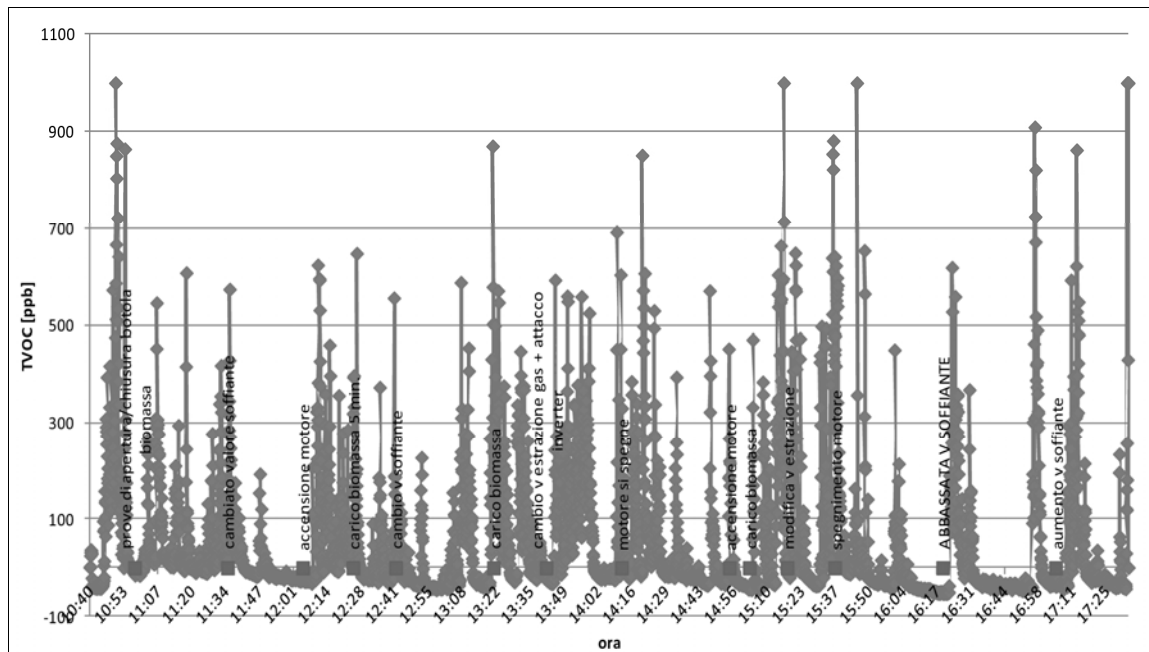
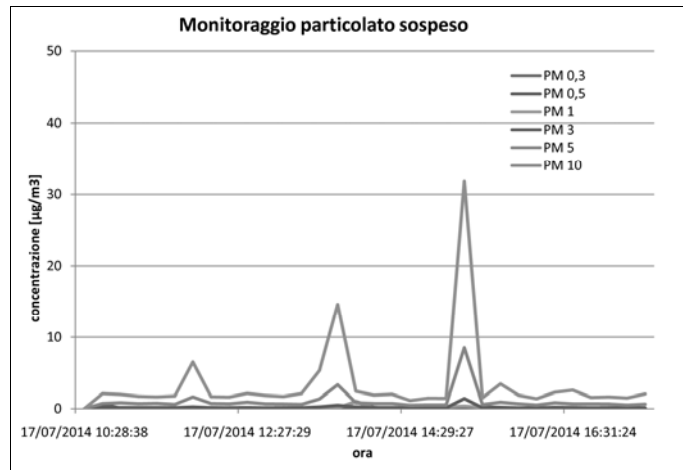


Figura 3. Misurazioni di composti organici volatili totali a 10 m dal gassificatore.
 Figure 3. Total volatile organic compounds measured at 10 m from the plant.

SUMMARY

Electricity from forest residues: pyrogasification with small scale plants

The wood gasification together with thermal and electrical energy production is the object of this study, realized according to the Energia Slow project. The small size pyrogasification plant is capable of producing 30 kW of electricity and 30 kW of thermal energy. The pyrogasification process is analysed in its entirety: input biomass, pyrogasification process monitoring, analysis of the quality of the produced syngas, control of emissions into the atmosphere, characterization of process residues (washing water smoke, tar, charcoal...) and verification of electrical efficiency. The input biomass is evaluated for the type, the calorific value, the moisture content, the ash content and heavy metals content.

The chemical composition of the produced syngas is analyzed in real time, a key parameter that can be used for the calculation of the calorific value of the syngas. Emissions into the atmosphere are controlled in expeditious manner through continuous measurement of volatile organic compounds and airborne particulate. In order to lower the environmental impact, chemical analyses are performed to characterize the process residues such as washing water fumes, tar and charcoal.

The process is finally analyzed in its entirety by checking the produced electricity and by the calculation of the syngas-electricity and biomass-electricity efficiencies.

The results of these preliminary tests showed promising potential for this technology, with relatively high energy efficiency and limited impact on ecosystems.

BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

- Bhattacharya S.C., Mizanur Rahman Siddique A.H.Md., Hoang-Luong Pham, 1999 – *A study on wood gasification for low-tar gas production*. Energy, 24 (4): 285-296, ISSN 0360-5442.
[http://dx.doi.org/10.1016/S0360-5442\(98\)00091-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0360-5442(98)00091-7).
- Bridgwater A.V., Toft A.J., Brammer J.G., 2002 – *A techno-economic comparison of power production by biomass fast pyrolysis with gasification and combustion*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 6 (3): 181-246, ISSN 1364-0321.
[http://dx.doi.org/10.1016/S1364-0321\(01\)00010-7](http://dx.doi.org/10.1016/S1364-0321(01)00010-7).
- Dornburg V., Faaij A.P.C., 2001 – *Efficiency and economy of wood-fired biomass energy systems in relation to scale regarding heat and power generation using combustion and gasification technologies*. Biomass and Bioenergy, 21 (2): 91-108, ISSN 0961-9534.
[http://dx.doi.org/10.1016/S0961-9534\(01\)00030-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0961-9534(01)00030-7).
- EN 12880 2002 – *Characterization of sludges, Determination of dry residue and water content*. CEN, European Committee for Standardization, Bruxelles.
- EN 14774-2 2010 – *Solid biofuels, Determination of moisture content - Oven dry method, Part 2: Total moisture - Simplified method*. CEN, European Committee for Standardization, Bruxelles.
- EN 14778 2011 – *Solid biofuels, Sampling*. CEN, European Committee for Standardization, Bruxelles.
- EN 14961 2010 – *Solid biofuels, Fuel specifications and classes*. CEN, European Committee for Standardization, Bruxelles.
- EN 15234 2011 – *Solid biofuels, Fuel quality assurance*. CEN, European Committee for Standardization, Bruxelles.
- EN 15934 2012 – *Sludge, treated biowaste, soil and waste, Calculation of dry matter fraction after determination of dry residue or water content*. CEN, European Committee for Standardization, Bruxelles.
- Fellin M., Negri M., Zanuttini R., 2013 – *X-ray fluorescence as a tool for wood ecology, in proc. of ISCHP 13*. 7-9 October 2013, Florence, Italy, ISBN 9788890927300, pp. 322-326.
- Fellin M., Negri M., Zanuttini R., 2013 – *Multi-elemental analysis of wood waste using Energy Dispersive X-Ray Fluorescence (ED-XRF) analyzer*. European Journal of Wood and Wood Products, 72 (2): 199-211.
<http://dx.doi.org/10.1007/s00107-013-0766-4>.
- Fellin M., Zanuttini R., Negri M., 2014 – *Monitoring wooden materials for recycling*. PhD thesis, Università di Torino, CNR-IVALSA, ISBN: 9788890927317, pp. 182
<http://dx.doi.org/10.13140/2.1.1460.5128>.
- Fellin M., Negri M., Zanuttini R., Maffei F., 2013 – *Characterization of ED-XRF technology applied to wood matrix*. Wood Research, 59 (4): 533-546, ISSN: 1336-4561.
- Hartmann G. 2012 – *Solid Biofuels, Fuels and Their Characteristics*. In: Meyers R.A. (Ed), Encyclopedia of Sustainability Science and Technology, pp. 9821-9851, ISBN 978-0-387-89469-0
http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4419-0851-3_245
- Mathieu P., Dubuisson R., 2002 - *Performance analysis of a biomass gasifier*. Energy Conversion and Management, 43 (9-12): 1291-1299, ISSN 0196-8904.
[http://dx.doi.org/10.1016/S0196-8904\(02\)00015-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0196-8904(02)00015-8)
- Jenkins B.M., Baxter L.L., Miles Jr. T.R., Miles T.R., 1998 – *Combustion properties of biomass*. Fuel Processing Technology, 54 (1-3): 17-46, ISSN 0378-3820.
[http://dx.doi.org/10.1016/S0378-3820\(97\)00059-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-3820(97)00059-3)
- Van der Meijden C.M., Veringa H.J., Rabou L. P.L.M., 2009 – *The production of synthetic natural gas (SNG): A comparison of three wood gasification systems for energy balance and overall efficiency*. Biomass and Bioenergy, 34 (3): 302-311, ISSN 0961-9534.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.biombioe.2009.11.001>
- Puig-Arnabat M. Bruno J.C., Coronas A., 2010 – *Review and analysis of biomass gasification models*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 14 (9): 2841-2851, ISSN 1364-0321.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2010.07.030>
- Negri M., Fellin M., 2013 – *Experimental survey with X-ray Fluorescence for multi-elemental analysis of biomasses from recovered wood, in proc. of BIT's*. 3rd annual World Congress of Bioenergy, April 25-27, Nanjing, China, p.525.
- Senneca O., 2007 – *Kinetics of pyrolysis, combustion and gasification of three biomass fuels*. Fuel Processing

Technology, 88 (1): 87-97, ISSN 0378-3820.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.fuproc.2006.09.002>
Vervaeke P., Tack F.M.G., Navez F., Martin J., Verloo
M.G., Lust N., 2006 – *Fate of heavy metals during*

*fixed bed downdraft gasification of willow wood
harvested from contaminated sites.* Biomass and
Bioenergy, 30 (1): 58-65, ISSN 0961-9534.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.biombioe.2005.07.001>

EMERGING MARKETS FOR TROPICAL LESSER-KNOWN SPECIES AND THEIR IMPACT ON SUSTAINABLE FOREST MANAGEMENT IN SOUTHEAST MEXICO

Rene Forster¹, Benno Pokorny¹, José Luis Zapata²

¹University of Freiburg, Freiburg, Germany; far@uqroo.mx

²Universidad de Quintana Roo, Quintana Roo, Mexico, jzapata@uqroo.mx

One of the aspects that constrain forest management in the tropics is the limited number of tree species demanded by national or international markets. As such, promotion of lesser-known species (LKS) has been a recurrent recommendation. Nevertheless, market introduction of LKS has remained a difficult task. Beyond that, higher per hectare extraction through LKS has brought the concern of ecological/ silvicultural damage. Therefore, the questions have arisen of how LKS markets expand or contract and which is the impact of increased LKS use on forests.

In Southeast Mexico, forests are mainly owned by communities. Some of these communities have been involved in forest management for over 80 years. The present study analyzes the impact of markets on forest management. Building on silvicultural and regional forest production information, it presents the results of a survey to 75 ejidos and of qualitative interviews to foresters, timber traders, and industrial timber consumers regarding LKS markets and their impact on forest management.

Findings suggest that markets effectively have been an important driver for forest management, although its impact is mediated by regional and operation-specific factors. Marketing increases have allowed several communities to progressively improve silvicultural measures, whereas decreases have been an important factor for communities to leave forest management altogether, leaving forests in a state of “degrading fallow”. Increasing marketing opportunities have not led communities to reengage in forestry, hinting at important market entry barriers. LKS promotion needs to consider these aspects to become successful.

Keywords: lesser-known species, Mexico, sustainable forest management, forest product marketing, community forestry.

Parole chiave: specie meno conosciute, Messico, gestione forestale sostenibile, marketing del prodotto forestale, comunità.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-rf-eme>

1. Introduction

1.1 The potential of LKS markets for forest management

Silviculture in natural forests in the tropics is often seen as a difficult endeavor. Several authors have pointed out the problems that ecological complexity, stand structure of mature forests and climatic difficulties pose for silvicultural treatments (Rice *et al.*, 1997), and often pled for renouncing forest management altogether, or at least for carrying out forest management with strong modifications (Lamprecht, 1986; Wadsworth, 1997). Others have noted the huge challenges posed by distant markets, weak institutions and the constant threat of competing land uses (Agrawal and Yadama, 1997).

Among the silvicultural problems mentioned frequently is the low per-hectare volume that can be effectively extracted from forests, leading to high unitary extraction costs and low total incomes. Many species in tropical forests are being used well below their silvicultural potential, and are therefore called “lesser-used”, or, more frequently, “lesser-known” species (LKS). As the discrepancy among current production and silvicultural

potential may be large or low, no clear dividing line between LKS and highly commercial species exists.

Several initiatives have aimed at promoting LKS. Most efforts have gone into exploring and describing technological and working characteristics of LKS, and disseminating the results among potential users (see for example American Hardwood Export Council, n.d.; Echenique-Manrique and Plumtre, 1994; Instituto Nicaraguense de Recursos Naturales y del Ambiente, 1993). Relatively little has been done to understand the market dynamics that steer the acceptance or non-acceptance of timber species (Forster *et al.*, 2003). On the other hand, little information exists regarding the question of the concrete effects of market changes for LKS on forest management.

Marketing problems for LKS persist throughout the tropics. For a large majority of tropical forest owners, incomes from timber sales are the most important, and often, the only, form of monetary income. The possibilities of compensating forest owners for the positive externalities of their forests are receiving much attention, but the benefits for forest owners are still uncertain. By opposition, marketing of LKS offers clear options

for the improvement of forest-owner incomes as well as the possibility to improve silvicultural measures. The present study sets out to contribute to a better understanding of how LKS become inserted in markets and how these dynamics affect forest management. Mexico as a country is well suited for analyzing the relation of tropical forest production and market dynamics, as it not only possesses a relatively long forest management tradition, but also has experienced clear modifications on its regional, national, and external forest product markets. Mexico also has the particularity that most of its forest operations are community-owned, making the present study a study on the possibilities to introduce community forestry management from the perspective of LKS marketing.

1.2 Materials and methods

This paper builds on several complementary methods. In 2009 and in 2013, two surveys were carried out among the forest-owning communities. The first covered all 75 communities in the study region; the second was a random sample of the same universe, focused on detecting changes in these years. Thirty six expert interviews were carried out in 2012 and 2013 among representatives of forest-owning communities, foresters, logging entrepreneurs, wood traders, and governmental officers. The third instrument was archive and literature research. In public archives, the general production volumes and certain qualitative data were retrieved. In private archives, mainly in archives of community forest owners that also have established processing facilities, the evolution of individual production facilities was analyzed. To achieve the study goals, four basic analytical categories were established (see Figure 1) (see Porter, 1990).

1.3 Forests and forestry in Southern Quintana Roo

The study region for the present study is the Southern part of Quintana Roo, Mexico. It covers a surface of 1.2 million hectares, of which approximately 75% have a forest cover. Southern Quintana Roo receives around 1300 mm of rainfall per year, leading to several formations of semi-dry tropical forests, which differ in the height of canopy, the degree of deciduousness, and the seasonal floods to which they are or are not exposed (Schmook *et al.*, 2011). The dominant forest species are *Manilkara sapota*, *Brosimum allicastrum*, and *Swietenia macrophylla* (Pennington and Sarukhan, 1968). In the study region, more than 95% of forest surfaces are owned by local communities, officially called *ejidos*. These *ejidos* own between 1.000 and 60.000 ha of forests. From a silvicultural perspective, a central characteristic of these forests is high species heterogeneity. Over 260 forest species have been counted in the study region. Furthermore, the largest part of species never reaches a DBH beyond 35 cms, rendering them unsuitable for conventional industrial processing like sawing and peeling. By contrast, these species have a large canopy cover, which hinders regeneration of the highly commercial light-seeking species (Galletti and Janka, 1983).

Silvicultural efforts in Quintana Roo must be regarded as seminal, but some general ideas about needed treatments have appeared in the last thirty years. They normally refer to the possibilities to regenerate mahogany, but increasingly to other commercial species like tzalam (*Lysiloma bahamensis*). These species are light-seeking and require forest gaps of a certain size to regenerate and grow into the forest canopy. The gaps created by felling of mature trees are not enough to guarantee this growth. If the gaps are too small, they will close above the young trees, which then will stall in the forest, with uncertain results. Until now, foresters have used the log yards created in the forest to promote regeneration, natural or planted. While it has been calculated that these yards may yield enough volumes to maintain the density of light seeking species in the forest, it is obvious that the full potential of the forest will not be used in this way. Therefore, several paths have been considered. They all imply a higher extraction of LKS, specifically those that do not reach minimum cutting diameters and grow around the trees to be felled (Flachsenberg, 1991).

2. Results

2.1 A chronology of forest production in Quintana Roo

“Modern” commercial forest extraction in Southern Quintana Roo started as early as the 16th century, when British loggers based in different places of the Yucatan peninsula started the exploitation of logwood, a highly valued timber used for the fabrication of dyes (Bulmer-Thomas and Bulmer-Thomas, 2012; Camille, 1996). In the late 19th century, the extraction of mahogany became an important economic activity in what today is Southern Quintana Roo, the study region. A third product would become important at the start of the 20th century: chicle, a resin used as the base for chewing gum (Konrad, 1987). While the production of logwood would fade out in the first decades of the 20th century, mahogany and chicle production increased for several decades. The first sawmills were established to process mahogany logs. Parallel to that, the extraction of lesser-known species for the production of railroad ties rose (Galletti, 1993).

Although information of extracted volumes and the destiny of production in that time are scarce, it can be said that in the 1960s, LKS species as a group were already produced in considerable volumes, often surpassing the volumes of meliaceae, which had stalled on around 40,000 m³ a year (Fig. 2).

While mahogany was being overexploited, the total extracted volume of all species remained below silvicultural potential. The total yearly production in the region reached approximately 110,000 m³ a year, meaning an average extraction of less than 0.2 m³/ha on the forest surfaces designated for extraction at that time (approximately 600,000 ha). The years after 1981 show a different picture (Figure 3). With strong production variations, past production levels were maintained in the 1980s, but a falling trend started in 1988, which continued throughout the 1990s and the new

century. Dividing the general trend into individual productions, it can be said that in these years, a complete conversion of LKS-productions occurred. The two main productions at the beginning of the 1980s, railroad ties and plywood, became insignificant in this time. By contrast, new production types emerged, namely the production of LKS lumber, posts, and charcoal.

2.2 Explaining production trends

In the following, the degree to which the described production trends were determined by market factors will be explored. To this purpose, the above described production trends will be analyzed through the lens of interviewed experts, departing from the categories laid out in the analytical frame: the resource attributes, the attributes of regional production and trade, the form of market insertion, and the structure and demand attributes of target markets. Due to limited space, only two production trends can be explored here. For an extended text version, please contact the main author.

2.3 Railroad ties

The greatest loss in production volumes in the last thirty years was in the railroad tie production. Railroad ties were the most important regional LKS product in the 1970s and 1980s, often exceeding 50,000 m³/year log equivalents. Production declined in the 1990s, disappearing in the new century. Railroad ties were produced in many ejidos of the study zone. Several studies have shown positive impacts of this production, in silvicultural terms (Flores, 1991) as well as in social terms (Hostettler, 1992).

The regional organization of railroad tie production and trade was strongly determined by the main client, the national railroad company. This government-owned company had a de facto monopoly in all long-distance railroad transport, and as such, was the only important buyer for ties at a national level. A two level structure had been set up to provide the company with ties. Ferronales, the national railroad company, distributed regional orders among several second-level ejido organizations, called Uniones de Ejidos.

These Uniones de Ejidos would then distribute the orders among ejidos. Ejidos then would distribute this amount among their members. Prices would be set by Ferronales according to cost-studies, and often adjusted to inflation rates from one year to the other. No money was advanced for the tie cutters, only for the transport of ties. The whole market structure changed when Mexican governments adopted neoliberal policies in the 1980s and 1990s. An important element of these policies was the privatization of several state-held companies. Ferronales, too, was listed for privatization and sold to private companies. As these companies started to buy railroad ties, the rules changed radically. Instead of fixed prices that were reviewed every year, ties were now bought through bidding, confronting communities to large wood processing companies in other Mexican regions.

Additionally, producers were now expected to take over several supplementary production steps in the tie production, most notably, the impregnation and the leveling and boring of the ties. Furthermore, the new

companies expected the delivery of ties at the railway stations, leaving road transport to the suppliers. Finally, new quality standards were introduced.

Communities were ill-prepared regarding most of these changes. They had depended on a buyer that practically had taken over the product at the community site and that had carried out most operational and administrative tasks. In this case, market changes were so radical and so fast that ejidos were without a chance to continue supplying ties. Beyond that, no efforts whatsoever were made by governmental entities to increase the ejido possibilities to adapt to the new circumstances.

2.4 Posts

In the growing touristic centers in the Northern part of Quintana Roo, a large number of rustic constructions, like beach huts, cabins, verandahs, piers, and large palm roofed halls, used as restaurants, meeting point, receptions, etc., is being built. In earlier years, the materials for these constructions, mainly posts and roofing material were informally sourced from the immediate hinterland of touristic cities like Cancun. With increasing state control over timber transport, informality ceased, and the demand went south, were the communities with officially sanctioned forest management plans are located.

The main hurdles for this development were of bureaucratic nature. Forest management had for long time worked under the premise that only trees with a minimum diameter of 35 cms could be extracted. The new market required trees that were well below this diameter. As described above, most species in the region never reach diameters beyond 35 cm dbh. It took several years before the official forest authorities accepted the required changes in forest management plans. While the market for posts prefers certain species above others, especially when speaking of posts with lengths above 10 m, most species with a specific gravity beyond 0.7 will be taken. Therefore, this market is able to absorb a large number of species. As such, it is a market that allows several forest operations to implement certain silvicultural measures.

This market can be said to have grown "naturally". No promotion measures were developed, no technological backstopping occurred, nor has there been an engineering support for the rustic construction, for example regarding hurricane resistance, and neither has there been an effort to make the whole value chain more efficient, for example through improved felling, logistics or transportation.

As such, it is not surprising that production has stagnated on a relatively low level, well below the regional silvicultural possibilities.

3. Result summary

Changes in production volumes normally have several different drivers. These influences are recapitulated in Table 1.

As can be seen, markets do have an important influence on production levels. Nevertheless, it is obvious that

demand alone without the mediating agency of ejidos and other regional actors would not be enough to increase forest production.

3.1 Effects on forest management

Here, the impact of markets on forest management is explored. In the region, there are several possible effects of markets on forest management, which are summarized in table II. An increase in market pressure or market opportunities will normally lead to increased forest production, but an increased forest production does not necessarily lead to an improved forest management/ improved conditions of the forest, but also to its deterioration. The same can be said of market pressure decreases. Improvements and deterioration at the level of the forest resource or forest management may be different according to the cause. Market increases may lead to overexploitation, whereas market decreases might entail land-use changes or the division of the community forests among individual community members.

Due to the chosen methodology, not all of these paths could be considered in the present study. Instead, the main tendencies at the level of forest management were defined, and their relation to changes in production explored. At the regional level, two opposing ground tendencies have characterized forest management in the last four decades. On the one hand, communities with forest management plans have continuously improved their management practice. On the other hand, a large number of ejidos has abandoned forest management during this time lapse. The reduction of ejidos involved in forest extraction has been constant, but increased after 1989. Of 75 ejidos, only 15 were never engaged in forest extraction. 14 aborted forest extraction before 1980. After 1989, another 34 ejidos left their engagement in what had become formal forest management. Figure 4 depicts the later phase.

This curve resembles the production decrease shown in Figure 3. In both curves, the descent starts at the end of the 1980s, and continues to fall throughout the years. It was shown that the volume contraction can be explained to a large degree through market drivers. In the next step, the impact of forest production changes on the evident changes in forest management has to be analyzed.

3.2 Impact of forest production increases

This path has been implemented in two ways. First, increased market incomes of forest ejidos allow carrying out supplementary silvicultural measures. Second, the increased extraction of posts for construction, or their utilization for charcoal production may directly be used as a silvicultural measure to improve the regeneration possibilities of helophytic species, as described above. Regarding the first point, most interviewees in currently active ejidos agreed that the increased incomes were an important benefit from LKS marketing. These incomes in part covered operational fix costs and in part were distributed among community members. Second, interviewees mentioned benefits in form of wages. The demand of LKS wood increases labor requirements in a region where cash income possibilities are rare. All

these elements increased the communities' interest in improving silvicultural measures.

As of the silvicultural impact of LKS extraction, there are clear differences among ejidos. As mentioned above, there exists a consensus about the necessity to create larger gaps in the forests in order to be able to promote the regeneration of highly commercial species, in particular, mahogany. There are clear differences among community forest operations regarding this goal. While some ejidos have achieved extracting posts where also the industrial timber is extracted, most ejidos regard these two operations as independent, therefore not receiving the silvicultural benefit of post extraction.

On the other hand, negative impacts on the forest resource were not mentioned. The main case regarding this point would be the production of tzalam, whose levels have reached silvicultural potential in some ejidos, and the risk of overexploitation becomes real. Nevertheless, here, a set of forest management institutions is in place at several levels that prevent such an option or at least make it difficult.

3.3 Impact of forest production decreases

Production decreases seem to be related to the abandonment of forest management by several ejidos. The survey did not allow quantifying this relation, as respondents in ejidos, especially young, could not determine clearly the main reason their communities had had to abandon forest extraction/management. Nevertheless, from these explanations and from qualitative interviews, four distinct exit paths can be identified. In some cases, these paths overlap in one ejido.

Contracting demand: several ejidos, especially smaller, were very dependent on railroad tie or LKS plywood log production, and, when demand for these products collapsed, were not able to switch to other products.

- Overharvesting: in some ejidos, extraction was not sustainable, and sooner or later led to the exhaustion of mahogany.

- Internal conflicts: for several ejidos, the exit came with internal conflicts over the handling of forest extraction.

- State penalties: as the state's coercive power and its willingness to exercise it against ejidos increased in the 1990s, several ejidos got penalties for even small malpractices. Often, the penalty was a production ban of several years (five to ten), after which an ejido had to repeat all steps to get forest management approved from the state, confronting entry barriers that no ejido was able to surmount.

This means that while market had an important impact on the exit of communities from forest management, this was not the only factor. Nevertheless, an educated guess would lead to approximately 60% of ejidos having abandoned forestry because of market problems.

Abandoning forestry had several impacts on community forests. Normally, it implied the breakdown of institutions that had regulated the access and intensity of forest use. Therefore, very often a kind of "internal open-access" space evolved, which each community member entered to obtain own products, leading to an informal overexploitation of the remaining stocks. Furthermore, in

the 1990s, many communal assemblies voted for dividing the community forest into individual parcels, which then were often treated as agricultural surfaces.

4. Discussion and conclusions

Markets do have an impact on forest management. In the present study, this impact is positive, this is, market growth leads to better forest management, while market contraction leads to its weakening. This impact is not direct, but mediated by several factors. Neither is this impact consistent: the characteristics of the market itself as well as the characteristics of the forest operation modify the effects of markets. External actors may have a crucial importance for the form a community inserts in markets, and therefore, on their benefits or damages. Growing marketing possibilities do not necessarily have the opposite impact as decreasing marketing possibilities. While market contraction forced several communities to give up forest management, market increases did not allow new communities to enter this activity.

This could be related to the dimension of change-market-related contractions of production were clearly larger than market-related production growths - but most probably are also related to market entry barriers which cannot be surmounted at present. At the regional level, the impact of markets is mediated by several factors. The central mediating factor for the study region and the study time is a set of forest management institutions that, while far away from working perfectly, prevent increases in marketing possibilities from leading to overexploitation. While these institutions are in place for market-related increases, there are no institutions in place to prevent the negative outcomes of market-related decreases, as these negative outcomes are much more difficult to grasp and to control.

At the individual ejido level, two parameters seem central to understand the impact of markets. On one hand, the resource endowment of a community sets a central key for its forest management potential. To translate this potential into a real engagement in forest management, the community's agency becomes important.

Table 1. Production drivers.

<i>Product</i>	<i>Production Tendency</i>	<i>Driver</i>
Mahogany	Stabilizing at a low level	Past overuse Export markets allow better prices for lumber
Railroad ties	Imploded at regional level	Profound market changes in the wake of neoliberal reforms that led to product requirements which ejidos could not fulfill
Plywood	Strongly reduced at regional level	Increased imports in the wake of new trade policies that led to the closure of plywood mills
LKS lumber	Growing in ejidos that own sawmills	Market growth Increasing market proficiency of regional producers and traders Some international demand for certified lumber
LKS posts	Growing in larger ejidos	Governmental control of markets: increasing penalties on informally produced posts benefits ejidos with management plans
Charcoal	Growing in some ejidos	Increasing national and international demand Stagnating production in several important producer regions Foresters in the region are convinced this is a necessary product for successful silviculture Slow acceptance of charcoal production from permit-issuing authorities

Table 2. Alternative impacts of markets on forests.

	<i>Variable</i>		
	<i>Market pressure/ opportunities</i>	<i>Forest production</i>	<i>Impact on forests/ forest management</i>
<i>Possible direction of change</i>	Increase →	Increase ↗	Improve - New communities engage in forestry - Improvements in forest management - Improvements in other resource-related variables Deteriorate - Overexploitation - Extraction-related degradation
<i>Possible direction of change</i>	Decrease →	Decrease ↗	Improve - Non-directed ecological restoration - Reduced impact of logging Deteriorate - Communities abandon forest-management - Land use changes - Forest property division - Silvicultural stagnation

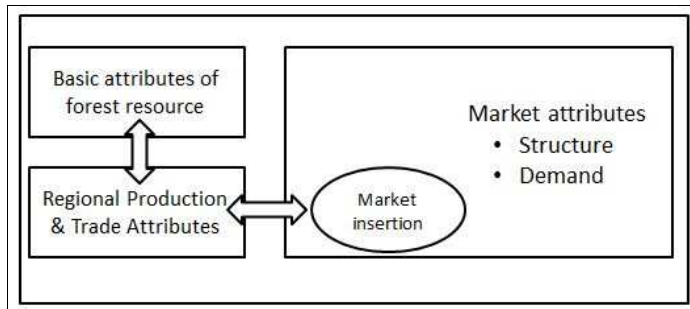


Figure 1. Conceptual Model.

Figure 2. Round wood production Quintana Roo 1959-1981 [m³]. Source: Cesar Dachary and Arnaiz Burne (1983).

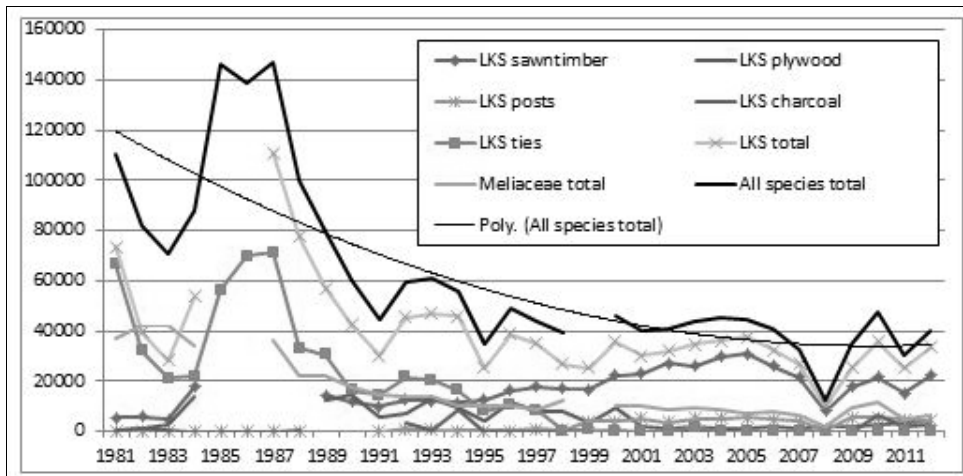
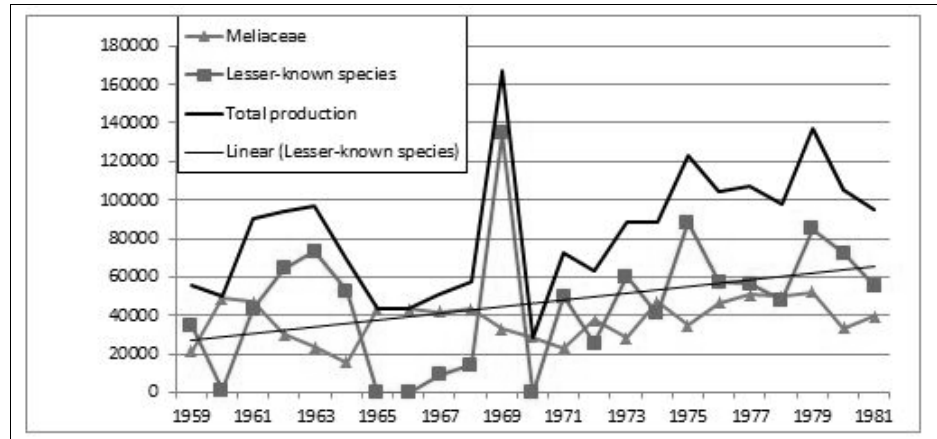


Figure 3. Round wood production Quintana Roo 1981-2012 [m³]. Source: Anuario estadístico de la producción forestal (several years).

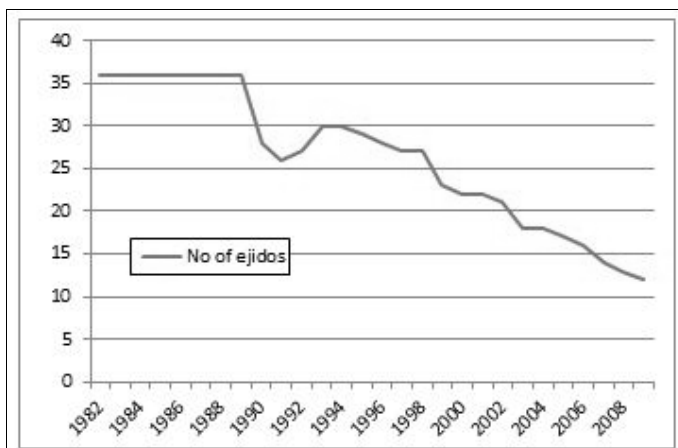


Figure 4: Number of Ejidos Involved in Forest Extraction. Source: survey.

RIASSUNTO

Mercati emergenti per specie tropicali meno conosciute e loro impatto sulla gestione forestale sostenibile nel sud est del Messico

Uno degli aspetti vincolanti la gestione forestale nei tropici è il numero limitato di specie botaniche richieste dai mercati nazionali ed internazionali. Per questo, la promozione all'uso di specie meno conosciute è spesso raccomandata. Tuttavia, l'introduzione delle specie meno conosciute ai mercati e' rimasto un compito difficile. Inoltre la maggiore estrazione per ettaro causata dal taglio aggiuntivo delle specie meno conosciute ha causato preoccupazione per possibili danni ecologici/silvicolturali. Quindi sorge la domanda di come occorrono l'espansione e la contrazione del mercato delle specie meno conosciute e quale sia l'impatto sulle foreste di un uso elevato di specie meno conosciute. Nel sud est del Messico le foreste sono appartenenti a comunità Alcune di queste comunità sono coinvolte nella gestione forestale da oltre 80 anni. Questo studio vuole analizzare l'impatto dei mercati sulla gestione forestale. Contando su informazioni inerenti alla silvicoltura e produzione forestale regionale, raccoglie i risultati di un sondaggio fatto su 75 ejidos (comunità) e interviste qualitative a operatori forestali, commercianti del legno e industriali del legno riguardanti il mercato di specie meno conosciute e l'impatto di questi nella gestione forestale. Ricerche suggeriscono che i mercati sono effettivamente stati importanti strumenti per la gestione forestale, anche se il loro impatto e' stato mediato da fattori regionali dipendenti da operazioni specifiche.

Aumenti nel marketing hanno permesso a molte comunità di migliorare progressivamente misure di silvicoltura, mentre una diminuzione ha contribuito a spingere le comunità, a lasciare completamente la gestione forestale, lasciando le foreste in uno stato di degrado e abbandono.

L'aumento di opportunità di marketing non ha indotto le comunità a rilanciare l'afforestazione, suggerendo importanti barriere di rientro. La promozione delle specie meno conosciute necessita di tenere conto di questi aspetti perché possa avere successo.

BIBLIOGRAPHY

Agrawal A., Yadama G., 1997 – *How do Local Institutions Mediate Market and Population Pressures on Resources? Forest Panchayats in Kumaon, India*. Development and Change, 28 (3): 435-465.
<http://dx.doi.org/10.1111/1467-7660.00050>
American Hardwood Export Council. (n.d.). *American Hardwood Export Council Branching Out to Serve You*.
Bulmer-Thomas B., Bulmer-Thomas V., 2012 – *The Economic History of Belize: From the 17th Century to Post-independence*. Cubola Books, pp. 214. Retrieved from <http://books.google.com/books?id=Uf5GMwEACAAJ&pgis=1>

Camille M.A., 1996 – *Historical Geography of the Belizean Logwood Trade*. In: Conference of Latin Americanist Geographers, Tegucigalpa: CLAG, pp. 76-86.
Cesar Dachary A., Arnaiz Burne S.M., 1983 – *Estudios socioeconomicos preliminares de Quintana Roo. Sector agropecuario y forestal (1902-1980)*. Puerto Morelos, Quintana Roo.: Centro de investigaciones de Quintana Roo, A.C. [CIQRO], Vol. 1: 370.
Echenique-Manrique R., Plumptre R.A., 1994 – *Guía para el uso de maderas de Belice y México*. Mexico City: Universidad de Guadalajara, Consejo Británico, Universidad de Oxford, LACITEMA, pp. 160.
Flachsenberg H., 1991 – *Aprovechamiento, Regeneración y Sostenibilidad*. Una contribución a la discusión sobre el porvenir del manejo forestal en áreas forestales permanentes de Quintana Roo.
Forster R.A., Albrecht H., Belisle M., Caballero A., Galletti H., Lacayo O., Ortiz S., Robinson D. Barnett C., Eaton K., 2003 – *Forest communities and the marketing of lesser-used tropical hardwoods in Mesoamerica*. Mexico City: Editorial Ducere, p. 149.
Galletti H.A., 1993 – *Actividades Forestales y su Desarrollo Historico*. In: C. de I. de Q. Roo (Ed.), Estudio Integral de la Frontera Mexico-Belice Chetumal, Quintana Roo: Talleres de Ferrandiz, pp. 131-198
Galletti H., Janka H., 1983 – *Lineamientos de Política Forestal y Propuesta de Acción para el Estado de Quintana Roo*. México, D.F.
Hostettler U., 1992 – *Sozioökonomische Stratifizierung und Haushaltsstrategien. eine Untersuchung zur Wirtschaft der cruzob Maya des Municipio Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo, Mexiko*. (A. Glägi, W. Marschall, & H. Znoj, Eds.) *Arbeitsblätter des Instituts für Ethnologie der Universität Bern* Bern: Institut für Ethnologie, p. 67.
Instituto Nicaraguense de Recursos Naturales y del Ambiente, 1993 – *Preservación de 34 Maderas Nicaraguense*. pp. 142.
Konrad H.W., 1987 – *Capitalismo y Trabajo en los Bosques de las Tierras Bajas Tropicales Mexicanas: el Caso de la Industria del Chicle*. Historia Mexicana, 36 (3): 465-505.
Lamprecht H., 1986 – *Silvicultura en los trópicos*. Hamburg: Verlag Paul Parey, pp. 335.
Pennington T.D., Sarukhan J., 1968 – *Manuales para la identificación de los principales Arboles tropicales de México*. Mexico D.F., Instituto Nacional de Investigación Forestales, pp. 413.
Porter M., Jaeger A., (n.d.) – *Wettbewerbsvorteile (German translation of Competitive Advantage)* Frankfurt Main: Campus Verlag, pp. 688.
Rice R.E., Gullison R.E., Reid J.W., 1997 – *Can sustainable management save tropical forest?* Scientific American, 276 (4): 44-49. Retrieved from <http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsid=10746292>. <http://dx.doi.org/10.1038/scientificamerican0497-44>
Schmook B., Palmer Dickson R., Sangermano F., Vadjunc J.M., Eastman J.R., Rogan J., 2011 – *A step-wise land-cover classification of the tropical forests of the Southern Yucatán, Mexico*. International

Journal of Remote Sensing, 32 (4): 1139-1164.
<http://dx.doi.org/10.1080/01431160903527413>
Wadsworth F.H., 1997 – *Forest production for tropical*

America. In: F. Service, Ed., Agriculture Handbook,
Washington D.C. U.S.A.: United States Department of
Agriculture, Vol. 710.

IMPROVING TIMBER PROPERTIES OF FAST GROWING SPECIES BY HEAT TREATMENT

Giacomo Goli¹, Lorenzo Barnini¹, Linda Cocchi¹, Giuseppina Di Giulio¹, Bertrand Marcon¹,
Paola Mazzanti¹, Giovanni Signorini¹, Marco Fioravanti¹

¹GESAAF, Università di Firenze; giacomo.goli@unifi.it

Heat treatment is a useful tool to improve some properties of wood and give new market to fast growing species. The effect of heat treatment in saturated steam was tested on poplar wood and its effect on some physical and mechanical properties determined. It was shown that the mass loss is well dependent on the treatment intensity and that the colour variation presents a linear trend with the mass loss. Surprisingly the volume after treatment resulted increased. Weak heat treatments up to 4% of mass loss have an increasing effect on MOE. After 4% of mass loss MOE tends to decrease getting lower of untreated samples once 5% of mass loss is reached. According to FTIR analysis the main effect of the heat treatment can be identified in the degradation of the hemicelluloses and in particular of the glucoxyllans. A chemical degradation of the hemicelluloses can be observed by FTIR since very low mass losses.

Keywords: heat treatment, saturated steam, poplar wood, mechanicals behaviour, colour variation.

Parole chiave: trattamento termico, vapore saturo, legno di pioppo, comportamento meccanico, variazione di colore.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-gg-imp>

1. Introduction

Poplar wood is a material widely used in Italy as solid timber or as a raw material for wood-engineered products such as plywood or particleboards. According to recent studies (Brega, 2011), now days the yearly need of poplar wood in Italy is around 3.9×10^6 m³ whom one half are home grown. Poplar (*Populus nigra* L.) and in particular Euro-American clone I-214 is a fast growing specie very appreciate for applications where the lightness is an essential requirement. A limit of poplar wood, as for many fast growing species, is a lack of durability. In order to give new market to these products a research was planned in order to verify the effects of heat treatment on several poplar wood properties. Heat treatment (HT) in facts is a well-known process applied with very limited environmental impact (no preservatives are implied) able to strongly increase the durability of wood (Navi *et al.*, 2012). The treatment have non-negligible effects on other properties of wood such as colour, strength, stiffness, density, shrinkage and swelling. In particular, if compared to untreated wood, colour gets darker, strength is reduced, stiffness is increased for weak treatments and decreased for moderate and intensive treatments, density is reduced as well as shrinkage and swelling. The increased durability and dimensional stability resulting from the heat treatment can contribute to give new market to fast growing species such as poplar wood.

2. Material and method

In this work, the effect of HT in saturated moisture conditions is studied and the treatments was performed at different temperatures (100, 120, 140, 150 °C) for different treatment periods (1, 2, 3, 6 12 hours). The pressures applied during the treatments are those resulting from the saturated steam conditions that corresponds to: ~ 1 bar for 100°C, ~ 2 bar for 120°C, ~ 3.6 bar for 140°C, ~ 3.8 for 150°C. The complete experimental matrix is reported in Table 1.

The properties variations were determined as the difference between the treated and untreated state (20°C and 65% RH) and referred to the untreated state. The properties variations were studied on: colour, mass, MOE and moisture content. All these features, except than for moisture content, were measured as a variation on the same specimen. The measurement of the colour was performed according to the CIE L*a*b* 1976 definitions and by a Konica-Minolta mod. CM700d colorimeter and the ΔE_{ab} was determined according to Equation [1].

$$\Delta E_{ab}^* = \sqrt{\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}} \quad [1]$$

MOE was measured by a longitudinal tensile test on small samples (8x3x150 mm) up to a 30% of ultimate load. Qualitative chemical analyses of the samples was performed by FTIR after extraction in Soxhlet as from the method defined by (TAPPI, 2007).

Three different types (A, B, C - see Figure 1) of samples of poplar wood (*Populus x euroamericana* Guinier) were prepared from the same board after a first cut by cleavage. A - 20x3x130 mm - used for the determination of mass, density, colour, chemical composition (measured as paired data); B - 8x3x150 mm - used for the determination of MOE variations (measured as paired data); C - 8x3x150 mm - test for reference. Three samples per treatment were used to assess physical and mechanical properties with a total number of 30 samples, 9 color readings per treatment were used to assess the colour with a total number of 90 measurements.

3. Results

The mass loss was verified to be clearly dependent on the treatment intensity intended as the coupled effect of temperature and time as shown in Figure 2.

The reaction kinetics in saturated steam has shown to be very fast if compared to treatments performed in conventional oven such as in (Goli *et al.*, 2014). A mass loss of 8% (at 20°C and 65% RH equilibrium state) was attained after 3 hours of HT at 150°C in saturated steam while at 180°C in a conventional oven are necessary about 20 hours. The volume of the specimens have shown a non conventional behaviour if compared to thermal degradation performed in a oven. In fact, after the treatment was completed and the hygroscopic equilibrium was reached at standard environmental conditions (20°C and 65% RH), for the whole sample set the volume resulted increased from 3 to 5 % if compared to untreated state (Fig. 3). This is surprising because to a mass reduction should correspond a volume reduction. The increased volume could be explained by the difference between the internal pressure of the sample and the exterior pressure once the pressure is released from the autoclave.

This could produce a behaviour similar to the one described for the steam explosion of wood (Brownell *et al.*, 1986). The colour variation shows a linear trend with the mass loss highlighting how the treatment intensity (intended as the combined effect of treatment temperature and time) have a similar evolution on both colour and mass loss (as shown in Fig. 4). MOE has shown a tendency to increase up to 10% until a mass loss of 4% was attained. For larger mass losses MOE tends to reduce again getting to the same value of untreated samples for a 5% of mass loss. For higher

mass losses MOE gets again to lower values if compared to untreated samples (Fig. 5). From a chemical point of view the FTIR spectra show that a significant loss in hemicelluloses can be observed after each treatment while for the other wood components the modifications are very small. Figure 6 shows how from the reference sample (Fig. 6a) and the treatments performed at 140°C for 6 hours (Fig. 6b) and 150°C for 1 hour (Fig. 6c) a remarkable reduction of the glucoxy-lans at a wavelength of 1734.85 cm⁻¹ can be observed while the other wavelengths remain almost unchanged. Increasing the mass losses - 1.2% of mass loss for 6 hours of treatment at 100°C and 4.6% of mass loss for 3 hours of treatment at 140°C - results in a reduction of the hemicelluloses peak.

4. Conclusions

Heat treatment is an opportunity to give new market to fast growing species and low quality wood increasing drastically durability, hydrophobicity and dimensional stability. Saturated steam treatment of poplar wood have shown to be very effective in terms of treatment time and in terms of hemicelluloses degradation.

Mass loss, colour and MOE have shown to be well correlated the one the other and a larger experimental base could lead to use one of these value as a predictor of the others. At a first sight time-temperature equivalency could be profitably used to model the treatment kinetic. A well calibrated treatment could lead to an increase of stiffness of the treated material. The degradation can be mainly ascribed to hemicelluloses and in particular to glucoxy-lans. The treated material presents large density reductions because of the simultaneous effect of mass losses and of the increased volume making this material very suitable for light applications with high durability demand.

Acknowledgments

The authors acknowledge the financial support of Toscana Regional Administration with the POR CReO projects funding line as well as the ERDF funding line. Acknowledgments to Dr. Susanna Bracci the help and for allowing the use of the spectrophotometer and to Prof. Antonella Salvini and Sara Ceccherini for the FTIR measurements.

Table 1. Complete experimental matrix.

Treatment	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Temp. [°C]	100	100	120	120	120	140	140	140	150	150
Time [h]	3	6	3	6	12	2	3	6	1	3
Pressure [bar]	1	1	1,99	1,99	1,99	3,61	3,61	3,61	4,76	4,76

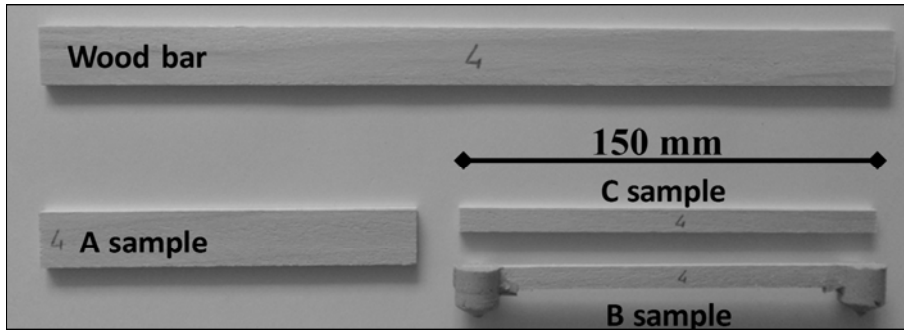


Figure 1. The samples used in the tests.

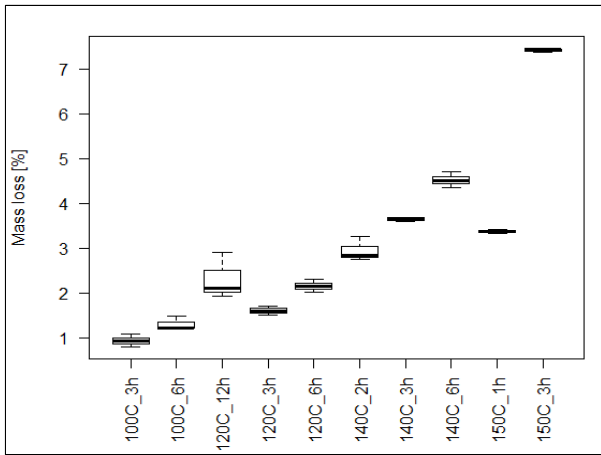


Figure 2. Mass loss at standard environmental conditions (20°C and 65% RH) versus treatment temperature and time.

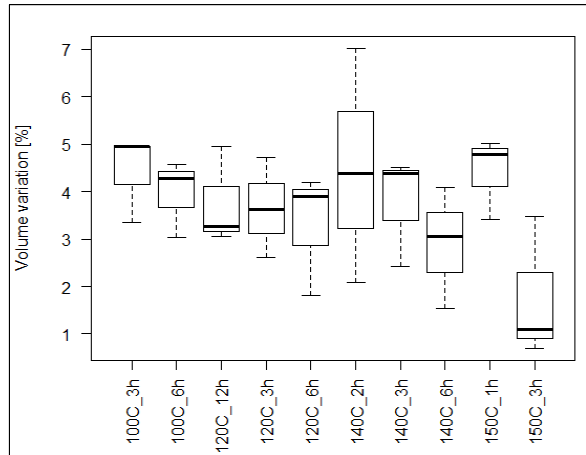


Figure 3. Volume variation vs type of treatment at 20°C and 65% RH compared to untreated state.

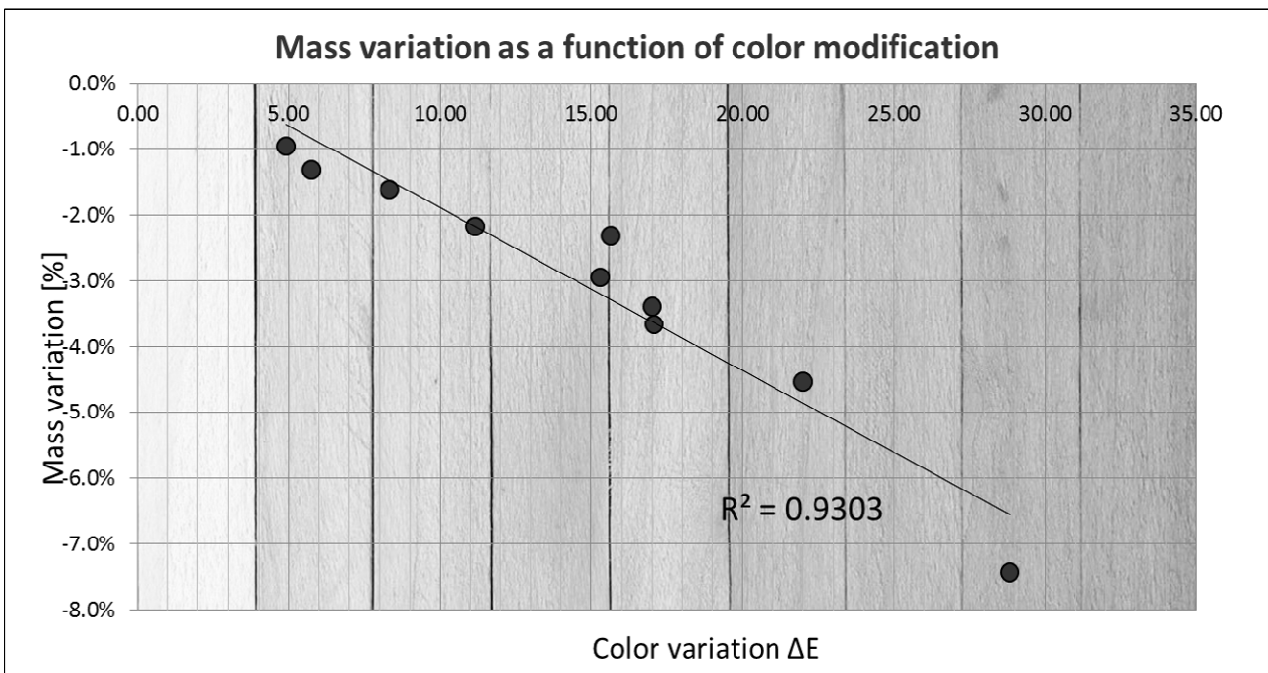


Figure 4. Colour variation vs. mass variation. The trend shows a linear behaviour.

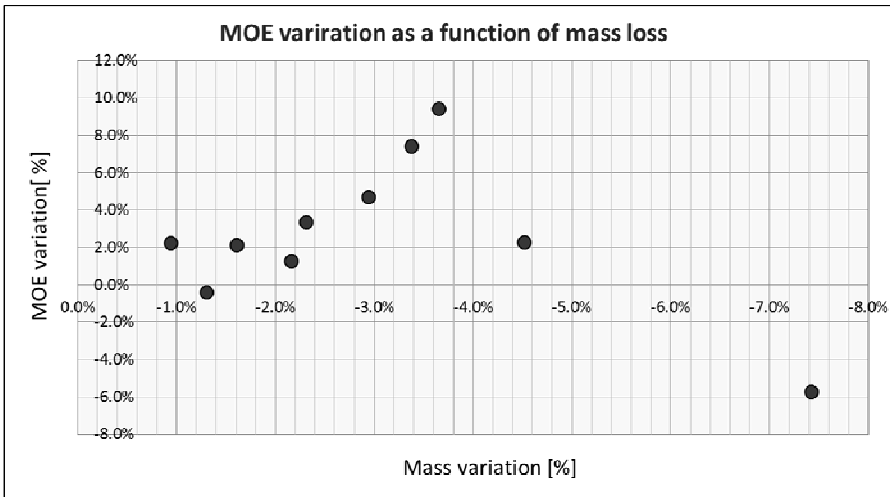


Figure 5. MOE vs. mass loss at 20°C and 65% RH.

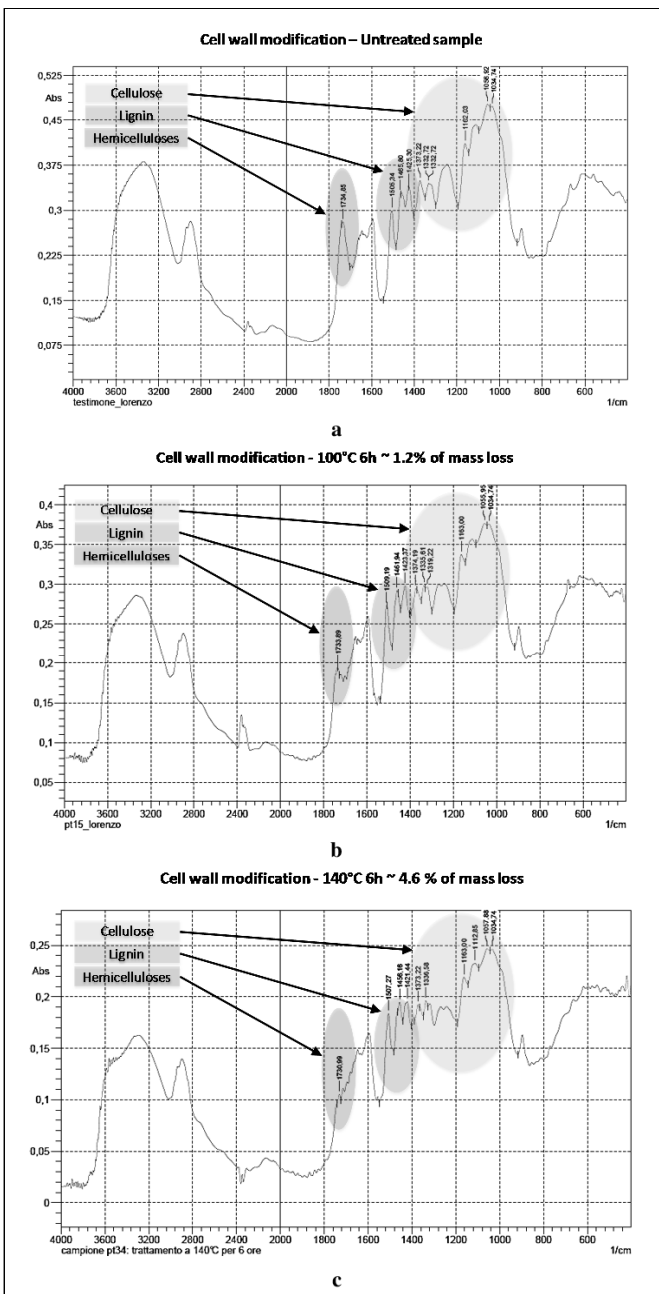


Figure 6. FTIR spectra of an untreated sample (a), of a sample treated at 100°C for 6 hours (b) and at 140°C for 6 hours (c). A remarkable degradation of the hemicelluloses can be observed as an effect of the heat treatment. The other wood constituents are not very affected by the heat treatments performed.

RIASSUNTO

Valorizzazione di specie a rapido accrescimento tramite trattamento termico

Il legno di pioppo è un materiale ampiamente utilizzato in Italia sia come legno massiccio che come materia prima per la produzione di derivati come pannelli compensati o pannelli di particelle. Secondo studi recenti [Brega 2011], il fabbisogno odierno di legname di pioppo in Italia si aggira attorno ai 3.9×10^6 m³ di cui circa la metà è prodotto in Italia. Il pioppo nero (*Populus nigra* L.) ed in particolare il suo clone euroamericano I-214 è una specie a rapido accrescimento molto apprezzata per gli impieghi dove la leggerezza è un requisito essenziale. Un limite importante del legno di pioppo, così come di molte specie a rapido accrescimento, è la bassa durabilità naturale. Nel tentativo di aprire nuovi mercati a questo legname si è messo a punto un programma di ricerca mirante a verificare l'effetto dei trattamenti termici su alcune proprietà del legno di pioppo. Il trattamento termico (TT) in effetti è un processo che notoriamente è in grado di conferire elevata durabilità naturale a specie di per se non durabili [Navi and Sandberg, 2012] con un limitato impatto ambientale visto che non vengono utilizzati preservanti di origine chimica. In questo lavoro si è verificato l'effetto del TT applicato in condizioni di vapore saturo a differenti temperature (100, 120, 140, 150 °C) e per differenti tempi (1, 2, 3, 6, 12 hours). Alcuni provini di legno di pioppo (*Populus x euroamericana* Guinier) sono stati preparati da una stessa tavola dopo una prima rottura eseguita per spacco al fine di garantire una precisa orientazione della fibratura. La variazione delle proprietà del legno è stata determinata come variazione tra lo stato precedente e successivo al trattamento dopo l'equilibramento a 20°C e 65% di umidità relativa ed espressa in funzione del valore iniziale. Le proprietà studiate sono: colore, massa, MOE e contenuto di umidità. Tutte le proprietà, ad eccezione del contenuto di umidità, sono misurate come dati appaiati. La misura del colore è stata eseguita secondo lo standard CIE L*a*b* 1976 con un colorimetro Konica-Minolta mod. CM700d. Il MOE è stato misurato con un test di trazione longitudinale su campioni piccoli (8x3x150 mm) caricati al 30% del loro valore di rottura presunto. Le analisi chimiche qualitative sono state effettuate con tecnologia FTIR dopo un'estrazione con Soxhlet utilizzando il metodo descritto in (TAPPI, 2007). Le perdite di massa sono risultate chiaramente dipendenti dall'intensità del trattamento e la cinetica della reazione in ambiente saturo di vapore è

risultata molto più rapida di quella in stufa convenzionale a ventilazione forzata (Goli *et al.*, 2014). Una perdita di massa dell'8% (ad umidità normale) è stata ottenuta dopo 3 ore di TT a 150°C in vapore saturo mentre in forno convenzionale e 180°C sono state necessarie 20 ore per avere la stessa perdita di massa. La variazione dell'umidità di equilibrio a condizioni normali risulta avere lo stesso trend delle perdite di massa. Il volume, contrariamente alle aspettative, ha mostrato una tendenza a crescere nonostante le umidità di equilibrio in ambiente normale siano inferiori. Le variazioni di colore hanno presentato trend simili a quelli delle perdite di massa. Il MOE ha mostrato una tendenza ad aumentare fino all'10% per perdite di massa fino al 4%. Per perdite di massa maggiori il MOE tende poi a diminuire nuovamente riportandosi al valore dei provini non trattati attorno a perdite di massa del 5% ed inferiori per perdite di massa superiori. Da un punto di vista chimico i risultati hanno mostrato una riduzione significativa di glucoxilani che inizia già dopo 6 ore di trattamento a 100°C. I glucoxilani inoltre scompaiono completamente dopo un trattamento di 12 ore a 120°C, 6 ore a 140°C e 1 ora a 150°C. Gli altri costituenti del legno non sembrano subire grandi conseguenze dai trattamenti termici applicati.

BIBLIOGRAPHY

- Brega A., 2011 – *Offerta di pioppi sempre più ridotta*. Il Sole 24 Ore. December 2, 2011. Retrieved from <http://www.ilsole24ore.com/art/finanza-emercati/2011-12-28/offerta-pioppi-sempre-ridotta064354.shtml?uid=AaXOvTYE>.
- Brownell H.H., Yu E.K.C., Sandler J.N., 1986 – *Steam-explosion pretreatment of wood: Effect of chip size, acid, moisture content and pressure drop*. *Biotechnology and Bioengineering*, 28 (6): 792-801. <http://dx.doi.org/10.1002/bit.260280604>
- Goli G., Marcon B., Fioravanti M., 2014 – *Poplar wood heat treatment: effect of air ventilation rate and initial moisture content on reaction kinetics, physical and mechanical properties*. *Wood Science and Technology*, 48 (6), 1303-1316. <http://dx.doi.org/10.1007/s00226-014-0677-5>
- Navi P., Sandberg D., 2012 – *Thermo-Hydro-Mechanical Processing of Wood*. Lausanne (CH): EPFL Press, p. 376.
- TAPPI, 2007 – *T 264 cm-07 - Preparation of wood for chemical analysis*. TAPPI. Retrieved from <http://www.tappi.org/Downloads/Test-Methods/0104T264.aspx>

TRATTAMENTI TERMICI COME STRUMENTO PER MIGLIORARE IL LEGNO DI SCARSA QUALITÀ PROVENIENTE DA RIMBOSCHIMENTI DI CONIFERE

Alessandra Silvestri¹, Vittorio Vinciguerra¹, Ulderico Santamaria¹, Daniela Cavalli¹,
Marco Togni², Rinaldo Pernarella³, Manuela Romagnoli¹

¹DIBAF, Università degli Studi della Tuscia, Viterbo; mroma@unitus.it

²GESAAF, Università degli Studi di Firenze, Firenze

³Margaritelli S.p.A., Miralduolo di Torgiano (PG)

Campioni di legno ricavati da alburno di *Pinus nigra subsp. laricio* (Poir) Maire, ottenuti da un sito rimboschito vicino la città di Viterbo (Poggio Nibbio), sono stati trattati termicamente raggiungendo una temperatura di 210 °C. Sono state misurate varie proprietà fisiche come la densità, le variazioni dimensionali, il modulo di elasticità (MOE), il modulo di rottura a flessione (MOR), e la resistenza a compressione assiale prima e dopo il trattamento termico. I risultati ottenuti mostrano che il legno trattato diventa molto stabile sotto il profilo dimensionale, ma le sue prestazioni meccaniche diminuiscono anche se in misura minore rispetto a quanto evidenziato nel confronto con altre specie. La diminuzione delle caratteristiche meccaniche non è correlata alla diminuzione di massa volumica avvenuta dopo il trattamento termico. L'analisi delle componenti principali (PCA), applicata ai dati ottenuti mediante pirolisi-gas cromatografia-spettrometria di massa effettuate su campioni di legno, ha permesso di distinguere i campioni trattati da quelli non trattati sia per il legno primaticcio che per il tardivo, mentre non è in grado di differenziare i campioni di legno primaticcio da quelli di legno tardivo sia prima che dopo il trattamento termico.

Parole chiave: Thermowood, proprietà meccaniche, alburno, legno primaticcio, legno tardivo, Pirolisi-Gas cromatografia-Spettrometria di Massa.

Keywords: Thermowood, mechanical properties, sapwood, earlywood, latewood, Py-GC-MS.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-as-tra>

1. Introduzione

In tempi recenti si assiste sempre più frequentemente ad un interesse per i prodotti che presentano una connotazione di benessere e di eco-compatibilità. Tra questi il legno presenta tutti i requisiti per assumere un ruolo di rilevanza, ma spesso per le debolezze intrinseche nella sua natura biologica, necessita di trattamenti che ne migliorino le prestazioni fisiche e meccaniche.

Tra i diversi sistemi di modificazione del legno, i trattamenti termici sono tra quelli maggiormente conosciuti poiché presentano l'innegabile vantaggio di aumentare la stabilità dimensionale (Kortelainen *et al.*, 2006) e la durabilità del materiale.

Il trattamento termico ad alta temperatura trasforma il legno in un nuovo materiale, conferendo prestazioni che dipendono dalle condizioni specifiche adottate durante il processo (Militz, 2002; Militz, 2008; Esteves e Pereira, 2009), ma non presenta nessun rischio ambientale nello smaltimento del materiale al termine del suo ciclo di vita (Hillis, 2006). La metodica potenzialmente può assumere ancora più rilevanza quando si considera la possibilità di valorizzare materiale di scarsissima qualità. Tra questo rientra quello che deriva dai rimboschimenti di

conifere che occupano circa 330.000 ettari (INFC, 2005) in Italia e che forniscono spesso legno destinato solo a bioenergia ed imballaggi. Questa è esattamente la situazione di un rimboschimento situato vicino alla città di Viterbo nel Lazio, località Poggio Nibbio, composto da conifere come il pino laricio (*Pinus nigra subsp. Laricio* (Poir.) Maire), la douglasia (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco), e il pino strobo (*Pinus strobus* L.), frutto di piantagioni della metà degli anni '70 e mai oggetto di diradamenti od operazioni colturali.

La mancata gestione selvicolturale di tali impianti, come spesso avviene per altre situazioni simili in Italia, non ha favorito la qualità del legname ritraibile e quindi migliori destinazioni d'uso finali.

Nonostante siano stati effettuati molti studi relativi agli effetti del trattamento termico sul legno di conifere, pochi hanno considerato il diverso comportamento dell'alburno e del durame, e nessuno ha analizzato la differenza delle caratteristiche del legno primaticcio e di quelle del legno tardivo che pure sono importanti elementi nella definizione della qualità del tessuto legnoso. In particolare, sono ancora pochi i contributi che forniscono informazioni di tipo chimico con particolare riferimento ad uno dei costituenti principali

del legno: la lignina. Il contenuto di lignina cambia da legno primaticcio e tardivo: è noto che la maggiore concentrazione della lignina nel legno è nella lamella mediana della parete cellulare (Giordano, 1984; Gindl, 2005); tuttavia alcuni studi hanno dimostrato la presenza di un maggior quantitativo di lignina nella parete cellulare primaria e secondaria, in *Pinus sylvestris* e *Picea abies*, rispetto alla lamella mediana (Hänninen *et al.*, 2011). Gli studi sul contenuto di lignina nel legno primaticcio e tardivo non sempre presentano lo stesso risultato: a volte è maggior nel legno primaticcio, come dimostrato da uno studio realizzato su *Pinus sylvestris* (Antonova *et al.*, 2012), in cui si ha un contenuto superiore di composti fenolici e acidi fenolici liberi rispetto al legno tardivo. Anche attraverso il trattamento termico si può determinare un maggior contenuto di lignina, dovuto probabilmente alla riduzione degli zuccheri che provocano l'aumento del rapporto delle componenti del legno in favore delle strutture fenoliche (Brito *et al.*, 2008). Il *Thermowood*, prodotto con il trattamento termico, deriva da un brevetto che espone il materiale a graduali aumenti di calore e temperature elevate, in modo tale da ottenere una serie di modificazioni strutturali e chimiche che generano alcuni effetti molto positivi e vantaggiosi (Boonstra *et al.*, 2006; Gonzales-Peña *et al.*, 2009; Ates *et al.*, 2009; Poncsak *et al.*, 2010):

In questo quadro generale si inserisce il presente contributo che valuta gli effetti del trattamento termico sull'alburno, e sul legno primaticcio e tardivo in campioni di pino laricio proveniente da un rimboschimento situato presso Poggio Nibbio. Gli obiettivi specifici sono indagare:

- i parametri fisici e meccanici dell'alburno prima e dopo un trattamento termico;
- gli effetti qualitativi sulle componenti chimiche del legno primaticcio e tardivo, facendo particolare riferimento alla lignina utilizzando la tecnica della pirólisi accoppiata alla gascromatografia - spettrometria di massa (Py-GC-MS).

2. Materiali e metodi

2.1 Area di studio

Quaranta alberi di pino laricio sono stati campionati dal sito rimboschito di Poggio Nibbio, vicino Viterbo (latitudine 42° 22', longitudine 12° 10'). La stazione è situata 890 m sul livello del mare e appartiene alla zona vulcanica del lago di Vico; la pendenza del terreno è piuttosto limitata (0-20 %), e il substrato geologico è composto prevalentemente di lave e tufi che lo rendono molto fertile. La piovosità media annua è di circa 1400 mm, che, secondo la classificazione fitoclimatica di Pavari, pone il sito ai margini della zona del *Castanetum*, con scarsa o assente siccità estiva (Ciancio e Portoghesi, 1995). Quest'area è stata soggetta a rimboschimenti a partire da metà degli anni '70, piantando diverse specie di conifere; nella zona di campionamento, vi è infatti un popolamento misto di pino laricio e abete di Douglas. Il legno ottenuto è generalmente di qualità scadente in relazione a diversi fattori. L'elevata fertilità della stazione, gli alberi sono cresciuti abbastanza

rapidamente, producendo anelli ampi e contenenti un'alta percentuale di legno primaticcio.

2.2 Materiali

Da ogni albero campionato è stata prelevata una tavola di dimensioni pari a 6 cm di spessore, 80 cm di lunghezza e 7 cm di larghezza; successivamente le tavole sono state tagliate per ottenere due porzioni di circa 40 cm di lunghezza. Da queste due tavole, sono stati ricavati campioni singoli di misura 2×2 cm nelle direzioni radiale e tangenziale, e 40 cm nella direzione longitudinale (Fig. 1). Per ciascuna delle coppie di campioni, uno dei due è stato inviato a un impianto francese di proprietà della Margaritelli s.p.a. per svolgere il trattamento termico, mentre il campione gemello è stato lasciato allo stato naturale (Fig. 1). I campioni sono stati oggetto di prove a rottura a flessione ed i provini sommitali di dimensione 2×2×3 cm sono stati tagliati per misurare le proprietà fisiche e la resistenza a compressione. In totale sono stati ottenuti 80 campioni (40 trattati e 40 non trattati).

2.3 Trattamento termico

Il trattamento termico è stato eseguito secondo le seguenti fasi :

- Fase di riscaldamento preliminare a 110 ° C;
- Fase di essiccazione: il legno è stato completamente essiccato per prepararlo per il trattamento con un graduale riscaldamento di 14 h fino ad una temperatura di 140° C; il processo è stato eseguito in un'atmosfera di vapore surriscaldato, con basso contenuto di ossigeno, che impediva la formazione di crepe e alterazioni all'interno del legno. Al termine di questa fase, l'umidità del legno è stata ridotta a poco più dello 0%;
- Fase di trattamento ad alta temperatura pari a 210 ° C, applicata per 2 h;
- Fase di raffreddamento: al termine del trattamento termico, si è ridotta la temperatura del legno ad 80-90°C nel corso di 15-20 h, raggiungendo al termine un'umidità del legno compresa tra 3-4 %.

2.4 Analisi fisiche e meccaniche

I campioni sono stati condizionati in laboratorio a 20 ° C e 65 % RH , raggiungendo una umidità di equilibrio del 12% nei campioni non trattati, mentre i campioni trattati termicamente si sono equilibrati ad una umidità dell'8-11 %.

Dopo aver misurato il valore di massa volumica, i campioni sono stati immersi in acqua e sono stati poi sottoposti ad una essiccazione in stufa a 103°C, così da poter valutare il ritiro totale nelle tre direzioni ortotropiche. Le prove meccaniche sono state eseguite utilizzando una macchina di prova universale Zwick-Roell. In tutto, sono state effettuate, seguendo la procedura ed i parametri illustrati da Romagnoli e Spina (2013), le prove di resistenza a compressione assiale, modulo di elasticità (MOE), modulo di rottura (MOR).

2.5 Analisi chimiche

Sono state successivamente effettuate delle analisi chimiche strumentali, finalizzate alla caratterizzazione chimica della lignina; lo studio si è svolto considerando

separatamente il legno primaticcio e quello tardivo, i quali sono stati selezionati meccanicamente e polverizzati tramite mulino e filtro con fori di 0.002 mm. Sono stati ricavati in totale 40 campioni, suddivisibili nelle categorie: legno primaticcio, trattato e non trattato; legno tardivo, trattato e non trattato. Questi campioni sono stati sottoposti a pirolisi analitica accoppiata alla gas cromatografia-spettrometria di massa (Py-GC-MS). I prodotti di pirolisi sono stati identificati confrontando i loro spettri di massa con quelli contenuti nelle librerie disponibili (NIST 08 e Wiley 6) nel software di gestione dello spettrometro di massa e tramite studi di frammentografia; in particolare, nel caso in cui il riconoscimento non è stato possibile attraverso la biblioteca di spettri, si è svolto il confronto del tempo di ritenzione del composto sconosciuto con i dati della letteratura (Meier e Faix, 1992).

Le aree normalizzate dei picchi identificati sono state poi elaborate applicando l'analisi delle componenti principali (PCA) e il Test di Kruskal - Wallis attraverso i programmi statistici "R versione 4.0" e "Systat". L'analisi delle componenti principali consiste in un metodo finalizzato alla riduzione di un numero più o meno elevato di variabili, creando delle nuove variabili latenti le così dette "componenti principali" che risultano dalle combinazioni lineari delle variabili originali e la cui caratteristica principale è quella di essere tra loro ortogonali (Piazza, 2008; Massart *et al.*, 2004). L'analisi avviene attraverso la trasformazione lineare delle variabili, che proietta quelle originarie in un nuovo sistema cartesiano nel quale esse sono ordinate in un ordine decrescente di varianza: di conseguenza, la variabile con maggiore varianza viene proiettata sul primo asse e la seconda sul secondo asse.

3. Risultati e discussioni

3.1 Proprietà fisiche e meccaniche

Il risultato più importante del trattamento termico consiste nell'aumento della stabilità dimensionale, oltre ad una forte diminuzione dei valori dei ritiri di circa il 40% (Fig. 2).

La modifica del legno indotta dal trattamento, riduce notevolmente il coefficiente di anisotropia nel pino (circa il 14%); questi risultati sono comparabili con quelli ottenuti da Militz (2002) per il pino domestico. L'effetto favorevole del trattamento termico sulla stabilità dimensionale è ulteriormente confermato da un valore ASE del 44% (dati non mostrati). Il trattamento termico eseguito non ha influenzato in modo particolare la massa volumica, poiché rispetto allo stato tale quale (NT) è risultata inferiore e, peraltro in maniera non molto significativa, solo del 2%. Dopo il trattamento, è stato osservato un deterioramento generale delle prestazioni meccaniche, risultato che concorda con la maggior parte dei riferimenti bibliografici su conifere trattate ad una temperatura di circa 200°C (Esteves e Pereira, 2009; Bakar *et al.*, 2013; Bengtsson *et al.*, 2002), o una temperatura maggiore di 280°C (Stamm *et al.*, 1946; Esteves e Pereira, 2009) (Fig. 3). Il parametro che maggiormente diminuisce dopo il trattamento termico è il MOR per il quale si registra

una diminuzione del 28%, confermandosi parametro molto sensibile ai trattamenti termici sia su conifere che su latifoglie (Repellin e Guyonnet, 2003; Ates *et al.*, 2009; Srinivas e Pandey, 2012; Esteves e Pereira, 2009; Leijten, 2004). Anche la resistenza a compressione in genere diminuisce nei legni trattati termicamente, ma in questo caso (Korkut, 2012; Ates *et al.*, 2009), si assiste ad un lieve aumento (4% a $p < 0.05$) nei campioni trattati, lo stesso avviene nei MOE. L'aumento dei valori di MOE e di resistenza a compressione trova riscontro in altri studi condotti su pino (Santos, 2000; Tao *et al.*, 2011; Boonstra *et al.*, 2007; Bal, 2014).

La regressione lineare tra densità e ritiri nonché densità e caratteristiche meccaniche diminuisce considerevolmente dopo il trattamento, e comunque anche nei campioni non trattati non era particolarmente elevata.

3.2 Pirolisi-gascromatografia-spettrometria di massa e analisi delle componenti principali

Come risultato della Py-GC-MS, è stato prodotto un pirogramma, dal quale è risultato possibile individuare quattordici picchi attribuibili ai fenoli costituenti della lignina (Terron *et al.*, 1995; Del Rio *et al.*, 2001; Yokoi *et al.*, 1999). Il materiale legnoso pirolizzato infatti produce una miscela di fenoli semplici, risultanti dalla scissione dei legami C-O-C e C-C tra le unità fenoliche della lignina, e di eterocicli di tipo furanico derivanti dalla degradazione termica dei carboidrati. I fenoli prodotti mantengono gli schemi di sostituzione che avevano nel polimero (H o *p*-idrossifeniliche, G o *p*-guaiaiciliche, S o *p*-siringiliche) e di conseguenza può essere effettuata la loro classificazione e distinzione (del Rio *et al.*, 2001; Galletti *et al.*, 1995; Terron *et al.*, 1995), come riportato in tabella (Tab. 1).

Dalla PCA di tutte le aree percentuali attribuibili ai fenoli (Fig. 4), si osserva una distinzione abbastanza netta tra i campioni di legno trattato, contrassegnati con i simboli in nero, e quelli non trattati (simboli bianchi). Le componenti principali (PC1 e PC2) che caratterizzano il grafico descrivono il 41.16% della varianza totale; in particolare, la prima componente ne descrive il 23,28%, mentre la seconda il 17.88 %. Il test statistico di Kruskal-Wallis ha prodotto risultati diversi, che vengono mostrati da istogrammi i quali indicano i valori medi delle aree normalizzate dei rispettivi fenoli rilevati (Fig. 5).

Il primo grafico prodotto indica la situazione relativa ai campioni di legno tardivo (LW); il test di Kruskal-Wallis, applicato utilizzando come discriminante il trattamento, ha permesso di individuare quattro fenoli che determinano la differenza in tale situazione. Essi sono:

- B (*Metilguaiacolo*), che presenta un p-value pari allo 0.01, andando quindi a descrivere il 99.9% della varianza;
- D (*Vinilguaiacolo*) con p-value pari a 0.049, indica il 95% della varianza;
- H (*Isoeugenolo trans*) presenta p-value pari a 0.023, indicando quindi più del 95% della varianza.

Nel caso del legno primaticcio la situazione cambia lievemente poiché dopo il trattamento termico oltre al fenolo B (*Metilguaiacolo*) ed H (*isoeugenolo trans*),

cambia in percentuale anche il fenolo E (*Eugenolo*), e G (*Isoeugenolo cis*) che diminuiscono. In linea generale si può affermare che l'effetto della modificazione termica nei tessuti sia del legno primaticcio che del legno tardivo è quello della diminuzione in percentuale dei fenoli a maggior grado di complessità. Non si osservano modifiche sostanziali invece tra le composizioni fenoliche dei pirolizzati ottenuti dal legno primaticcio (EW) e quelle ottenute dal legno tardivo (LW) sia prima che dopo il trattamento.

4. Conclusioni

Il trattamento termico dell'alburno nel legno di pino laricio rappresenta una valida opportunità per valorizzare la qualità sia riferendosi all'alburno che ad accrescimenti sostenuti e quindi con una elevata percentuale di legno primaticcio e di legno tardivo. Infatti, seppure le caratteristiche meccaniche diminuiscono in seguito al trattamento, la loro riduzione non è tale da essere considerata inferiore a quella riscontrata in letteratura su molto specie anzi nei parametri MOE e compressione assiale si registra un aumento dei valori delle performances meccaniche.

Accanto a ciò deve essere nuovamente enfatizzato come con il trattamento termico anche nel pino laricio si riscontrano i ben noti effetti positivi sulla stabilità dimensionale.

Il materiale esaminato presenta accrescimenti sostenuti e quindi una maggior percentuale di legno primaticcio ma l'incremento di questo tessuto sembra non comportare variazioni significative sotto il profilo chimico rispetto a quello che avverrebbe in un tessuto caratterizzato da una maggiore percentuale di legno tardivo e quindi da anelli più stretti...

In sostanza relativamente ai soli parametri chimici, non fa molta differenza avere una elevata proporzione o una bassa percentuale di legno primaticcio.

Il trattamento termico si rileva quindi ancora una volta una buona opportunità per valorizzare un legno che attualmente è destinato a bioenergia o imballaggi.

I risultati possono essere incorporati nella scelta della gestione selvicolturale: in questo caso potrebbe non essere del tutto da scartare una gestione forestale che incrementi, per quella specifica situazione, l'entità degli accrescimenti anulari considerando che il prodotto se si opera per un trattamento termico avrebbe caratteristiche decisamente superiori rispetto al materiale originario.

Tabella 1. Elenco dei fenoli riscontrati con la Py-GC/MS.

Table 1. List of phenols found with the Py-GC/MS.

<i>Picco</i>	<i>Nome composto</i>	<i>Formula</i>	<i>Peso molecolare</i>	<i>Tempo di ritenzione (s)</i>
A	Guaiacolo	C ₇ H ₈ O ₂ (=G)	124	6.9
B	p-Metilguaiacolo	G-CH ₃	138	7.9
C	3-Etilguaiacolo	G-CH ₂ CH ₃	152	8.7
D	Vinil-guaiacolo	G-CH=CH ₂	150	9.3
E	Eugenolo	G-CH=CHCH ₃	164	9.5
F	Catecolo	C ₆ H ₆ O ₂	110	9.7
G	Isoeugenolo cis	G-CH=CHCH ₃ (Z)	164	10.0
H	Isoeugenolo trans	G-CH=CHCH ₃ (E)	164	10.5
I	Vanillina	G-(CO)H	152	10.7
L	Omovanillina	G-(CO)CH ₃	166	11.2
M	Acetoguaiacone	C ₉ H ₁₀ O ₃	166	11.4
N	Guaiacilacetone	G-(CO)CH ₂ CH ₃	180	11.8
O	Coniferilalcol	C ₁₀ H ₁₂ O ₃	180	12.1
P	Coniferaldeide	C ₁₀ H ₁₀ O ₃	178	13.7

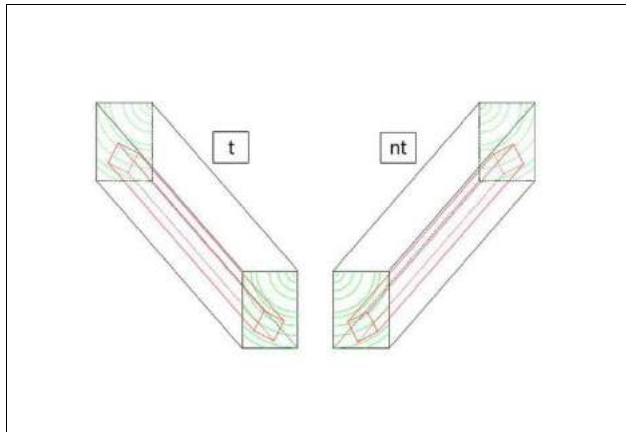


Figura 1. Provini gemelli di 2x2x40 cm ricavate dalle tavole; parte sottoposta a trattamento termico (T) parte lasciata allo stato naturale (NT).

Figure 1. Twin samples 2x2x40 cm cut from boards, sample heat treated (T) and sample not treated (NT).

Figura 2. Densità, ritiro radiale e tangenziale dei campioni trattati (T) e non trattati (NT) termicamente.
 Figure 2. Density, radial and tangential shrinkage of heat treated samples (T) and not-treated samples (NT).

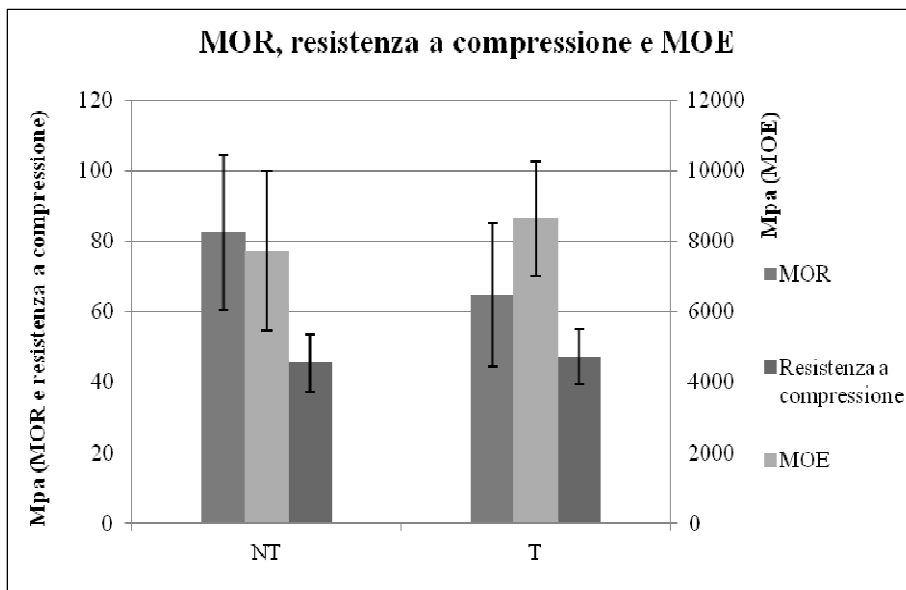
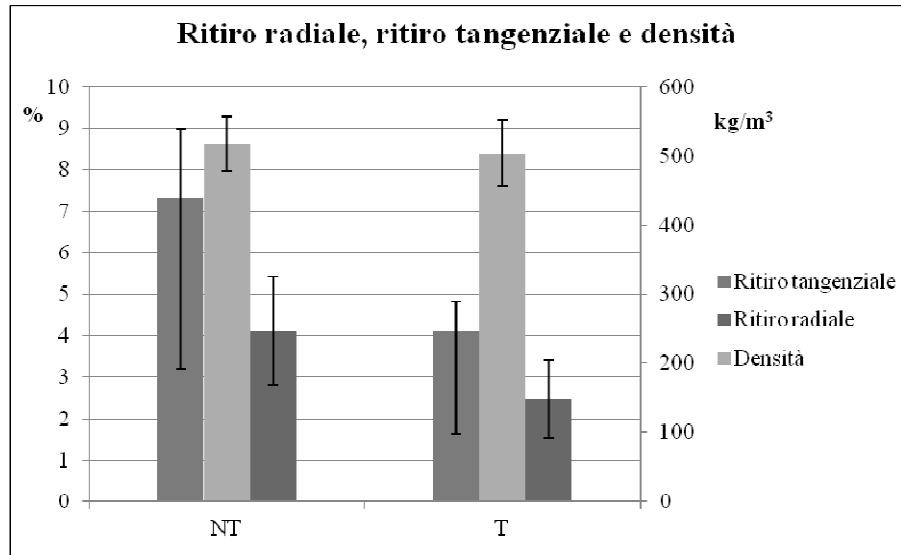


Figura 3. MOR, MOE e resistenza a compressione dei campioni trattati (T) e non trattati termicamente (NT).

Figure 3. MOR, MOE and compression strength of the samples heat-treated (T) and not heat-treated (NT).

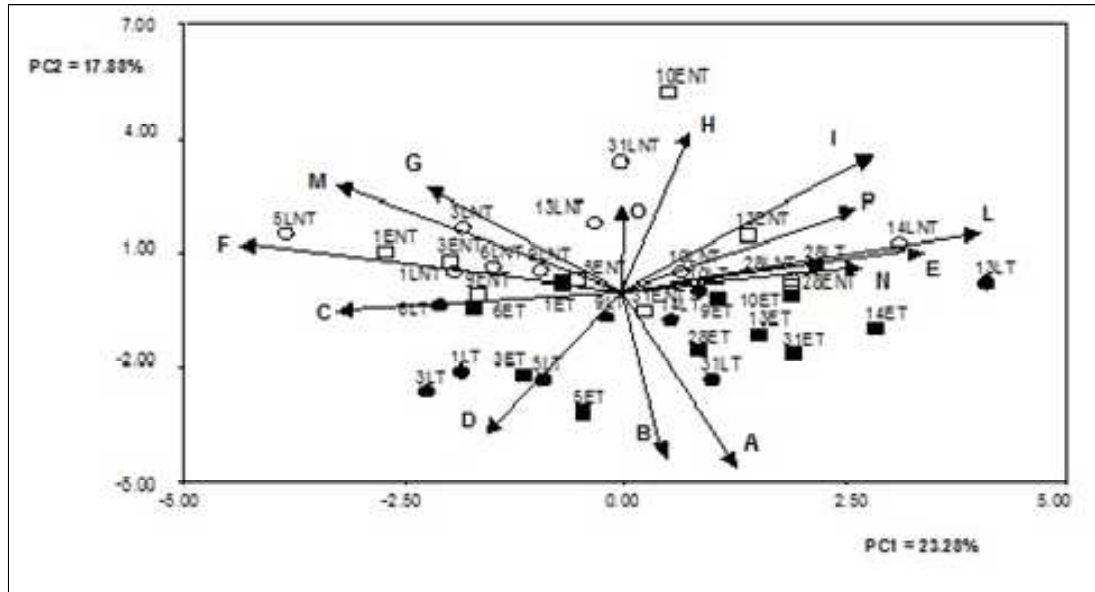


Figura 4. Analisi delle componenti principali, i campioni termicamente trattati e non trattati si posizionano in maniera opposta nella PC1.

Figure 4. Principal component analysis, heat treated samples (T) and not treated (NT) are located in opposite side according to PC1.

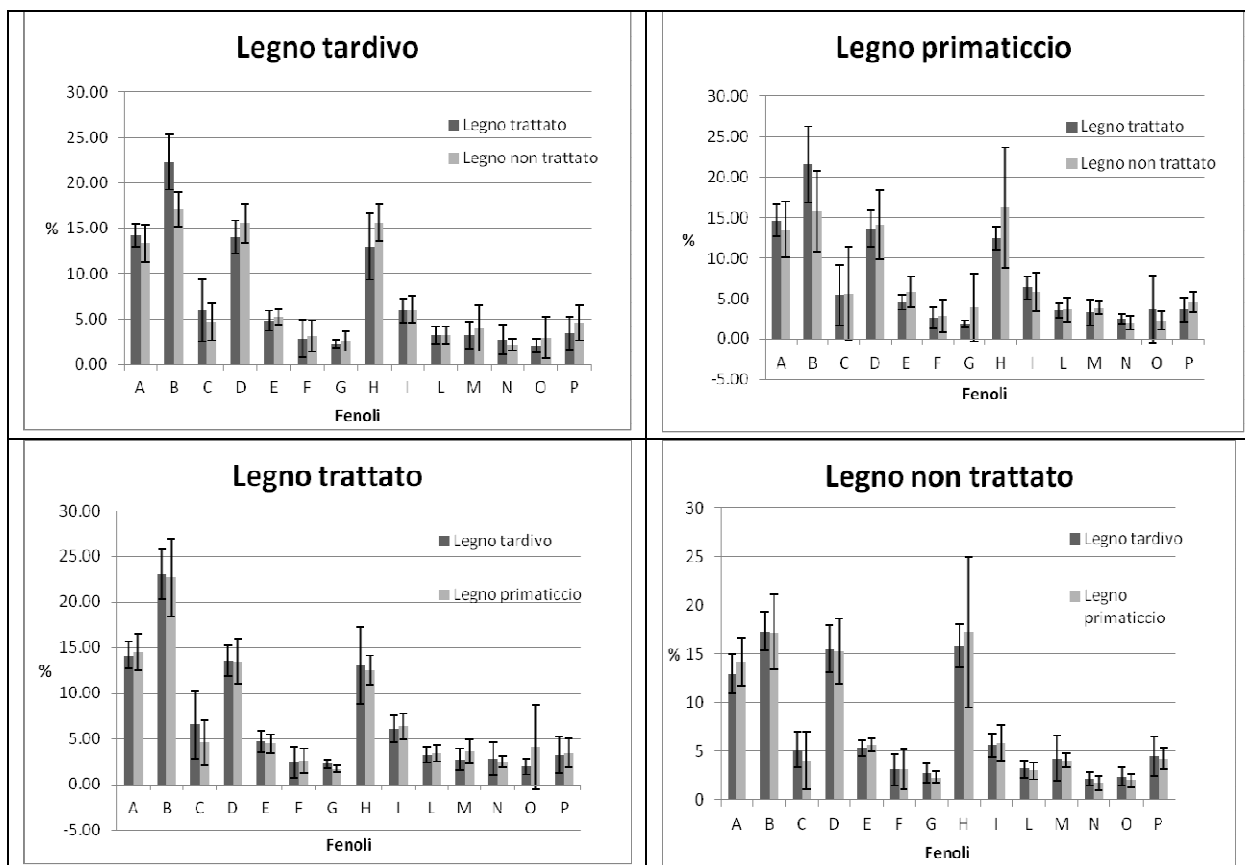


Figura 5. Istogrammi e analisi delle variazioni dei fenoli con Kruskal-Wallis: legno primaticcio (EW) trattato (T) e non trattato (NT) termicamente; legno tardivo (LW) trattato (T) e non trattato termicamente (NT); analisi delle variazioni dei fenoli nel passaggio tra legno primaticcio (EW) e legno tardivo (LW) sia nei campioni trattati termicamente (T) che nei campioni non trattati termicamente (NT).

Figure 5. Histograms and pair ways Kruskal - Wallis test for of phenols analysis: comparison between earlywood (EW) heat treated (T) and not-treated (NT); Latewood (LW) heat-treated (T) and not heat-treated (NT); comparison between phenols of earlywood (EW) and latewood (LW) in samples heat-treated (T) and not heat-treated (NT).

SUMMARY

Heat treatments to improve low quality wood from conifer reforested sites

Wood samples obtained from sapwood of *Pinus nigra* subsp. *laricio* (Poir) Maire, from a reforested site in Italy, were heat-treated. Density, hardness, shrinkages and swelling, modulus of elasticity (MOE), modulus of rupture (MOR), and the compression strength were compared before and after the treatments. The results show that the thermally treated wood has a higher dimensional stability, and as expected the mechanical performance decreases but less than we presumed compared to other species and less affected by the decreasing of density. Py-GC-MS associated to the Principal Component Analysis (PCA) has showed as treated wood samples can be distinguished by non-treated wood samples in the earlywood such as in the latewood. Nevertheless there is not so much difference between earlywood and latewood both in raw material and in the heat treated ones.

BIBLIOGRAFIA

- Antonova G.F., Varaksina T.N., Zheleznichenko T.V., Stasova V.V., 2012 – *Changes in phenolic acids during maturation and lignification of Scots pine xylem*. *Ontogenez*, 43 (4): 250-260.
<http://dx.doi.org/10.1134/s1062360412040029>
- Ates S., Akyildiz M.H., Ozdemir H., 2009 – *Effects of heat treatment on Calabrian pine (Pinus brutia Ten.) wood*. *BioResources*, 4 (3): 1032-1043.
- Bakar B.F.A., Hiziroglu S., Tahir P.M., 2013 – *Properties of some thermally modified wood species*. *Materials and Design*, 43: 348-355.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.matdes.2012.06.054>
- Bal B.C., 2014 – *Some physical and mechanical properties of thermally modified juvenile and mature black pine wood*. *European Journal of Wood Products*, 72 (1): 61-66.
<http://dx.doi.org/10.1007/s00107-013-0753-9>
- Bengtsson C., Jermer J., Brem F., 2002 – *Bending strength of heat-treated spruce and pine timber*. In: *International Research Group Wood Pre, Section 4-Processes*, N. IRG/WP 02-40242.
- Boonstra M.J., Rijdsdijk J.F., Sander C., Kegel E., Tjeerdsma B., Militz H., van Acker J., Stevens M., 2006 – *Microstructural and physical aspects of heat treated wood*. *Maderas, Ciencia y tecnología*, 8 (3): 209-217.
- Boonstra M., Van Acker J., Tjeerdsma B., Kegel E., 2007 – *Strength properties of thermally modified softwoods and its relation to polymeric structural wood constituent*. *Annals of Forest Science*, 64 (7): 679-690.
<http://dx.doi.org/10.1051/forest:2007048>
- Brito J.O., Silva F.G., Leão M.M., Almeida G., 2008 – *Chemical composition changes in eucalyptus and pinus woods submitted to heat treatment*. *BiorTech*, 99 (18): 8545-8.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.biorTech.2008.03.069>
- Ciancio O., Portoghesi L., 1995 – *Prove sperimentali di diradamento in popolamenti artificiali di pino laricio sui Monti Cimini*. *Annali Istituto Sperimentale Selvicoltura*, 24: 79-90.
- Del Rio J.C., Guitierrez A., Martinez M.J., Martinez A.T., 2001 – *Py-GC/MS study of Eucalyptus globulis wood treated with different fungi*. *Journal of Analytical Applied Pyrolysis*, 58-59: 441-452.
[http://dx.doi.org/10.1016/S0165-2370\(00\)00184-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0165-2370(00)00184-4)
- Esteves B.M., Pereira H.M., 2009 – *Wood modification by heat treatment: a review*. *BioResources*, 4 (1): 370-404.
- Galletti G.G., Bocchini P., 1995 – *Pyrolysis/gas chromatography/mass spectrometry of lignocellulose*. *Rapid Commun Mass Spectrom*, 9: 815-826.
<http://dx.doi.org/10.1002/rcm.1290090920>
- Gindl W., 2005 – *The effect of varying latewood proportion on the radial distribution of lignin content in pine stem*, *Holzforschung*, 55 (5): 455-458.
- Giordano G., 1984 – *Tecnologia del legno, la materia prima*. vol. I-II-III, UTET, Torino.
- Gonzales-Peña M.M., Curling S.F., Hale M.D.C., 2009 – *On the effect of heat on chemical composition and dimensions of thermally-modified wood*. *Polymer Degradation and Stability*, Elsevier Ltd., 94: 2184-2193.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2009.09.003>
- Hänniner T., Kontturi E., Vourinen T., 2011 – *Distribution of lignin and its coniferyl alcohol and coniferyl aldehyde groups in Picea abies and Pinus sylvestris as observed by Raman imaging*. *Phytochemistry*, 72: 1889-1895.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.phytochem.2011.05.005>
- Hillis C.A.S., 2006 – *Wood modification. Chemical, thermal and other processes*. John Wiley Sons. Chichester. <http://dx.doi.org/10.1002/0470021748>
- INFC, 2005 – *Inventario nazionale delle Foreste e dei serbatoi forestali di Carbonio*. www.infc.it
- Korkut S., 2012 – *Performance of three thermally treated tropical wood species commonly used in Turkey*. *Industrial Crops and Products*, 36 (1): 355-362.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2011.10.004>
- Kortelainen S-M., Antikainen T, Vitamieni P., 2006 – *The water absorption of sapwood and heartwood of Scots pine and Norway spruce heat-treated at 170 °C, 190 °C, 210°C, 230 °C*. *Holz als Roh und Werkstoff*, 64 (2): 192-197.
<http://dx.doi.org/10.1007/s00107-005-0063-y>
- Leijten A.J.M., 2004 – *Heat treated wood and the influence on the impact bending strength*. *Heron*, (49): 349-359.
- Massart D.L., Vander Heyden Y., 2004 – *From Tables to Visuals: Principal Component Analysis - Part 1*. *LC•GC Europe*, 17 (11): 586-591.
- Militz H., 2002 – *Heat Treatment Technologies in Europe: Scientific Background and Technological State-of-Art*. In: *Proceedings of Conference on "Enhancing the durability of lumber and engineered wood products"*. February 11-13, 2002, Kissimmee, Orlando. Forest Products Society, Madison, US.
- Militz H., 2008 – *Processes and Properties of Thermally Modified wood manufactured in Europe*. In: *Schultz T.P., Militz H., M. Freeman, Goodell B., Nicholas D.D.,*

- Development of Commercial Wood Preservatives. Efficacy, Environmental and Health Issues, pp. 372-378.
- Piazza R., 2008 – *Chemimetria*. Università Ca' Foscari, Venezia.
- Repellin V., Guyonnet R., 2003 – *Evaluation of Heat Treated Beech by Non-destructive Testing*. In: European Conference on Wood Modification 2003, 3-4 April Ghent. <http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/12/37/23/PDF/Gand-VR-RG.pdf>.
- Romagnoli M., Spina S., 2013 – *Physical and mechanical wood properties of ring-shaken chestnut (Castanea sativa) trees*. Canadian Journal of Forest Research, 43 (2): 200-207.
<http://dx.doi.org/10.1139/cjfr-2012-0357>
- Santos J.A., 2000 – *Mechanical behavior of Eucalyptus wood modified by heat*. Wood Science and Technology, 34 (1): 39-43. <http://dx.doi.org/10.1007/s002260050006>
- Srinivas K., Pandey K.K., 2012 – *Effect of heat treatment on color changes, dimensional stability, and mechanical properties of wood*. Journal of Wood Chemistry and Technology, 32: 304-316.
<http://dx.doi.org/10.1080/02773813.2012.674170>
- Stamm A., Burr H., Kline A., 1946 – *Heat stabilized wood (Staybwood)*. In: Esteves and Pereira 2009. Industrial and Engineering Chemical Research, 38 (6): 630-634.
- Tao D., Lianbai G., Tao L., 2011 – *Influence of steam pressure on physical and mechanical properties of heat-treated Mongolian pine lumber*. European Journal of Wood and Wood Products, 69 (1): 121-126.
<http://dx.doi.org/10.1007/s00107-009-0406-1>
- Terron M.C., Fidalgo M.L., Galletti G.C., Gonzales A.E., 1995 – *Pyrolysis-gas chromatography-mass spectrometry of milled wood lignin of two Chilean woods naturally decayed by Ganoderma australe, Phlebia chrysocroea, and a brown-rot fungus*. Journal of Analytical Applied Pyrolysis, 33: 61-75.
[http://dx.doi.org/10.1016/0165-2370\(94\)00861-T](http://dx.doi.org/10.1016/0165-2370(94)00861-T)
- Yokoi H., Ishida Y., Ohtani H., Tsuge S., Sonodab T., Onab T., 1999 – *Characterization of within-tree variation of lignin components in Eucalyptus camaldulensis by pyrolysis-gas chromatography*. The Analyst, 124: 669-674. <http://dx.doi.org/10.1039/a809217f>

LA QUALITÀ DEL LEGNO: MISURE SPEDITIVE CON TECNOLOGIE INNOVATIVE

Martino Negri¹, Marco Fellin¹, Anna Sandak¹, Jakub Sandak¹

¹CNR-IVALSA, San Michele all'Adige, Trento; negri@ivalsa.cnr.it

La caratterizzazione del legno si attua con un sistema affermato di tecnologie associate a procedure fissate da Norme tecniche. Negli ultimi anni vi è stata la possibilità di accedere a tecnologie innovative idonee per definire proprietà del legno differenti da quelle strettamente normalizzate. Presso il Laboratorio di Qualità del Legno CNR-IVALSA sono state sottoposte a sperimentazione tali tecnologie e/o metodologie, allo scopo di definire in modo nuovo differenti proprietà del legno in relazione ad esigenze di ricerca e di applicazioni industriali. La caratteristica che accomuna le tecnologie adottate è quella di richiedere una limitata o nulla preparazione del provino, tanto da poterle definire come “prove non-distruttive”; inoltre molte di tali metodologie permettono di effettuare la misurazione in tempi brevi. La spettrofotometria utilizzata nello spettro del visibile viene impiegata per determinare le coordinate colorimetriche della superficie. Ai colorimetri analogici con sfera di integrazione si sono affiancati sistemi digitali di analisi multispettrale che permettono di avere informazioni da punti di piccole dimensioni su ampie superfici. La spettrofotometria nell'infrarosso consente di ottenere alcune proprietà chimiche della superficie, da cui abbiamo ricavato la provenienza geografica, la presenza e classificazione di sostanze inquinanti (gasolio, olii, adesivi, ecc.). La spettrometria in fluorescenza X ci permette, dopo avere effettuato una lunga procedura di taratura, di identificare e quantificare la presenza di molti elementi chimici; questa tecnologia permette di identificare rapidamente la presenza di metalli pesanti o di elementi dannosi per la salute o problematici. Un ulteriore aspetto studiato è quello delle emissioni gassose di legno e derivati, quali i TVOC e la formaldeide, che analizziamo con apparecchiature portatili ad elevata risoluzione (ppb) basate rispettivamente su detector a fotoionizzazione e cella elettrochimica.

Parole chiave: qualità del legno, misurazioni innovative, NIR e MIR, XRF, TVOC, formaldeide.

Keywords: wood quality, innovative measurements, NIR and MIR, XRF, TVOC, formaldehyde.

1. Introduzione

La caratterizzazione del legno si attua con un sistema affermato di tecnologie, normalmente associate a procedure fissate da Norme tecniche. Negli ultimi anni vi è stata la possibilità di accedere a tecnologie innovative o sviluppate per altri settori, idonee per definire proprietà del legno differenti da quelle strettamente normalizzate.

Presso il Laboratorio di Qualità del Legno CNR-IVALSA sono state sottoposte a sperimentazione tali tecnologie e/o metodologie, allo scopo di definire in modo nuovo differenti proprietà del legno in relazione ad esigenze di ricerca e di applicazioni industriali.

La caratteristica che accomuna le tecnologie adottate è quella di richiedere una limitata o nulla preparazione del provino, tanto da poterle definire come “prove non-distruttive”; inoltre molte di tali metodologie permettono di effettuare la misurazione in tempi brevi (da pochi secondi ad alcuni minuti). Tali caratteristiche erano associate sino a tempi recenti a risoluzione e/o precisione inferiore ai metodi normalizzati; parte di tali limitazioni sono state drasticamente ridotte nelle apparecchiature di ultima generazione. Le prove con gli strumenti speditivi di ultima generazione risultano meno

onerose in termini di tempo e di costi, così che a parità di risorse vi è la possibilità di ampliare la dimensione dei campionamenti o la ripetizione delle prove, con i conseguenti vantaggi in termini di significatività dei risultati. In Tabella 1 si mettono a confronto alcune caratteristiche generali delle diverse tipologie di apparecchiature.

2. Spettrofotometria nella banda del visibile e dell'infrarosso

La spettrofotometria a contatto è disponibile non solo nell'intervallo del visibile ma anche in quello dell'infrarosso.

L'energia IR è l'energia elettromagnetica di vibrazione molecolare ed è suddivisa per comodità in vicino infrarosso 780-2500 nanometri (12821 - 4000 cm⁻¹), in infrarosso medio 2500-40000 nm e in lontano infrarosso (>40000 nm); quest'ultimo richiede una preparazione distruttiva del provino e non è stato preso in considerazione. Dallo spettro infrarosso è possibile trarre utili informazioni per il riconoscimento di molecole ignote. A tal proposito, al fine di associare un legame a un dato numero d'onda, si utilizzano apposite tavole riportate in bibliografia o librerie elettroniche. La spettrofotometria utilizzata nello spettro dell'infrarosso

consente di ottenere alcune proprietà chimiche della superficie, da cui abbiamo ricavato informazioni indirette quali ad esempio la provenienza geografica, la presenza e classificazione di sostanze estranee non visibili (adesivi, preservanti, vernici) o di inquinanti organici (gasolio, olii pesanti, ecc.).

2.1 Spettrofotometria nella banda del visibile (VIS)

La spettrofotometria utilizzata nello spettro del visibile viene impiegata per determinare le coordinate cromatiche della superficie. Ai colorimetri analogici con sfera di integrazione utilizzati da anni dai settori del tessile e della stampa, e impiegati da tempo anche nel settore del legno, si sono affiancati sistemi digitali di analisi multispettrale che permettono di avere informazioni (spettro) da punti di piccole dimensioni (decimi di millimetro) su superfici di alcuni centimetri quadrati. Ambedue le tecnologie sono in grado di definire non soltanto il mero colore (spettro in assorbanza o in riflettanza), ma anche le proprietà ad esso associate quali ad esempio l'invecchiamento delle superfici, o la presenza e la quantificazione di legno di reazione.

2.2 Spettrofotometria nella banda dell'infrarosso vicino (NIR)

La spettrofotometria utilizzata nello spettro dell'infrarosso vicino (NIR: near infra-red) consente di ottenere alcune proprietà chimiche della superficie da cui è stato possibile, a valle di un lungo lavoro di campionamento esteso a buona parte dell'Europa centro-settentrionale, associare le caratteristiche spettrali alla provenienza del legno, limitatamente ad abete rosso e larice (Fig. 1 e 2).

2.3 Spettrofotometria nella banda dell'infrarosso medio (MIR-ATR)

Quella della riflettanza totale attenuata (ATR, attenuated total reflectance) è una tecnica non distruttiva che richiede un contatto perfetto tra provino e sensore. Nella spettrofotometria IR medio, il raggio IR passa attraverso un elemento ottico costituito da un cristallo a elevato indice di rifrazione; i cristalli da noi utilizzati sono di seleniuro di zinco (più delicato e idoneo per provini di legno con facce piane) e di diamante (indicato per polveri di legno o provini di superficie irregolare o scabrosa).

La MIR-ATR consente di verificare la presenza sulla superficie dei provini di composti organici; lo abbiamo quindi utilizzato con successo per verificare la contaminazione di biomasse con inquinanti organici (gasolio, olii pesanti, ecc., vedi Figura 3), per identificare natura e tipologia di adesivi ignoti e identificare tipologie di trattamenti preservanti.

3. Spettrofotometria in fluorescenza X

La spettrofotometria XRF (X-ray fluorescence spectroscopy) è una tecnica di analisi non distruttiva che permette di conoscere la composizione elementare di un campione attraverso lo studio della radiazione di fluorescenza X. Tale radiazione è emessa dagli atomi del campione in seguito a eccitazione, che si ottiene

tipicamente irraggiando il campione con raggi X.

Dall'esame della fluorescenza X caratteristica emessa dagli atomi eccitati, si identificano gli elementi chimici. Vengono rilevati tutti gli elementi chimici aventi peso atomico superiore a quello del sodio.

Negli strumenti XRF a dispersione di energia (acronimo ED XRF), la radiazione fluorescente emessa dal campione in analisi viene raccolta da un sensore che è in grado di trasformare i fotoni X a differente energia in impulsi elettrici di differente intensità che consentono di ricostruire ed analizzare lo spettro XRF del campione. La ED XRF ha il vantaggio di fornire analisi simultanea di molti elementi e consente di produrre strumenti anche di piccole dimensioni o portatili.

La spettrometria in fluorescenza a raggi X mediante strumento portatile a bassa energia che abbiamo identificato come idoneo per prove su legno e derivati ci ha permesso, dopo avere effettuato una lunga procedura di taratura e di correzione del modello di corrispondenza tra spettro e matrice, di identificare e quantificare la presenza degli elementi chimici, con esclusione degli elementi a basso numero atomico (Fig. 4).

Questa tecnologia permette di identificare rapidamente la presenza e la quantità di:

- metalli pesanti, significativi per legno impiegato in utensili o contenitori sensibili (per esempio a contatto con cibi o mucose), o in giocattoli per bambini;
- elementi inorganici caratteristici di prodotti organici utilizzati in prodotti associati al legno (tipicamente il rame nei prodotti protettivi a base metallo-organica);
- elementi dannosi per la salute;
- elementi problematici per determinati processi di trasformazione;
- elementi problematici per processi di smaltimento.

4. Celle a gas e PID per emissioni volatili

Un ulteriore aspetto studiato è quello delle apparecchiature portatili per la misurazione delle emissioni gassose di legno e derivati, quali i composti organici volatili totali (tVOC, *total Volatile Organic Compounds*) e la formaldeide.

I composti organici volatili sono costituiti da numerose sostanze tra cui idrocarburi aromatici e clorurati, i terpeni, le aldeidi, alcoli, esteri e chetoni. La misurazione di formaldeide e dei tVOC può essere effettuata per determinare le caratteristiche di un materiale oppure per valutare la salubrità di un ambiente indoor. In entrambi i casi le metodologie di campionamento assumono criticità rilevante; è possibile effettuare campionamenti attivi, passivi e speditivi, quest'ultimi contestuali alla misurazione delle concentrazioni dei composti volatili.

Il campionamento attivo è specificato nella norma UNI EN ISO 16017-1 e UNI EN ISO 16000. Il prelievo dei campioni di aria viene realizzato mediante campionatori d'aria calibrati, costituiti da pompe d'aspirazione connesse mediante un software ad un flussimetro che consente di regolare i volumi totali e la velocità di aspirazione. Per i campionamenti vengono utilizzate trappole costituite da cartucce contenenti solidi assorbenti che sono in grado di "catturare" i composti volatili.

Il campionamento passivo, secondo la norma UNI EN 14412:2005, prevede un esame dell'aria indoor eseguita esponendo un campionatore di tipo diffusivo a simmetria radiale. Il campionatore è costituito da una cartuccia contenente un opportuno materiale solido assorbente, specifico per aldeidi e VOC. Questo tipo di campionamento viene effettuato senza l'utilizzo di flussi di aspirazione forzata e controllata. Il campionamento speditivo con strumenti portatili consente di esaminare in modo rapido ed attendibile la presenza dei composti organici

volatili, misurandone la concentrazione totale (tVOC), e la concentrazione di formaldeide.

Per i primi, l'analisi quantitativa avviene mediante uno strumento di misurazione a fotoionizzazione (PID), senza discernimento del composto o della miscela di composti presenti; per la formaldeide la misurazione avviene mediante un apparecchio con cella elettrochimica (Fig. 5).

Ambedue le apparecchiature hanno elevata risoluzione, esprimendo le concentrazioni in parti per miliardo (ppb).

Tabella 1. Confronto tra strumenti di laboratorio e strumenti speditivi, sia di vecchia generazione sia di nuova generazione.
 Table 1. Comparison among lab and handheld devices, either old either new generation.

<i>Strumenti di laboratorio tradizionali</i>	<i>Strumenti speditivi vecchia generazione</i>	<i>Strumenti speditivi nuova generazione</i>
precisione molto elevata	bassa precisione	precisione intermedia
risoluzione elevata	bassa risoluzione	risoluzione intermedia
basso limite di rilevabilità	alto limite di rilevabilità	limite di rilevabilità intermedio
ad ampio spettro	a spettro ridotto	a spettro ridotto
affidabili	affidabilità limitata	affidabili
analisi lente	analisi rapide	analisi rapide
preparazione provini	senza preparazione provini	senza preparazione provini
qualitativi e quantitativi	qualitativi e/o quantitativi	qualitativi e/o quantitativi
non modificabili	modulari, modificabili	modulari, modificabili
costo elevato	costo limitato	costo intermedio
alti costi di gestione	bassi costi di gestione	bassi costi di gestione

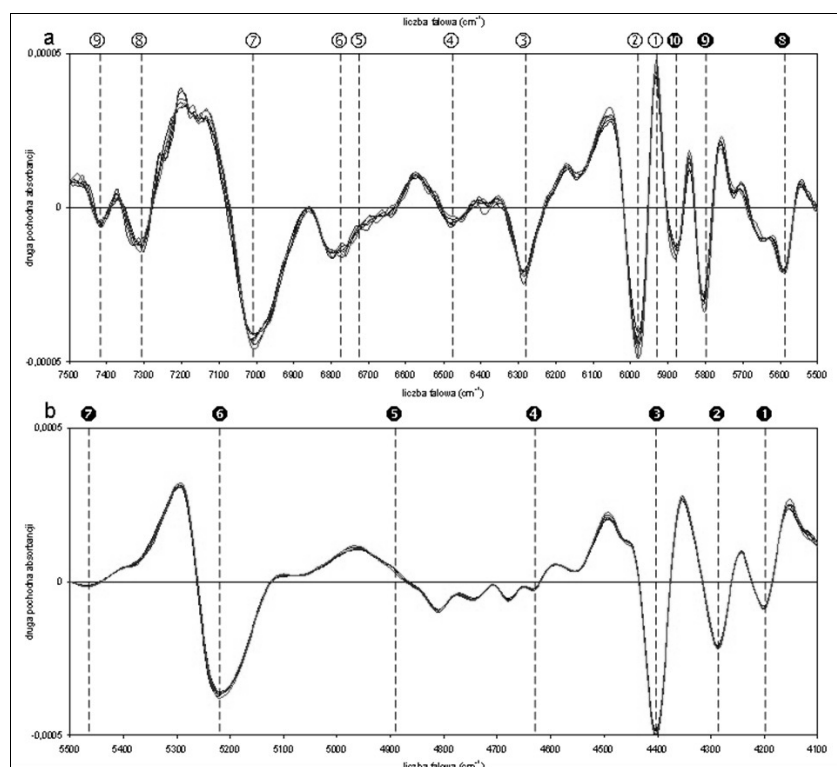


Figura 1. Derivata seconda dello spettro di una certa provenienza di abete rosso
 Figure 1. Second derivative of the spectrum of a given Spruce provenance

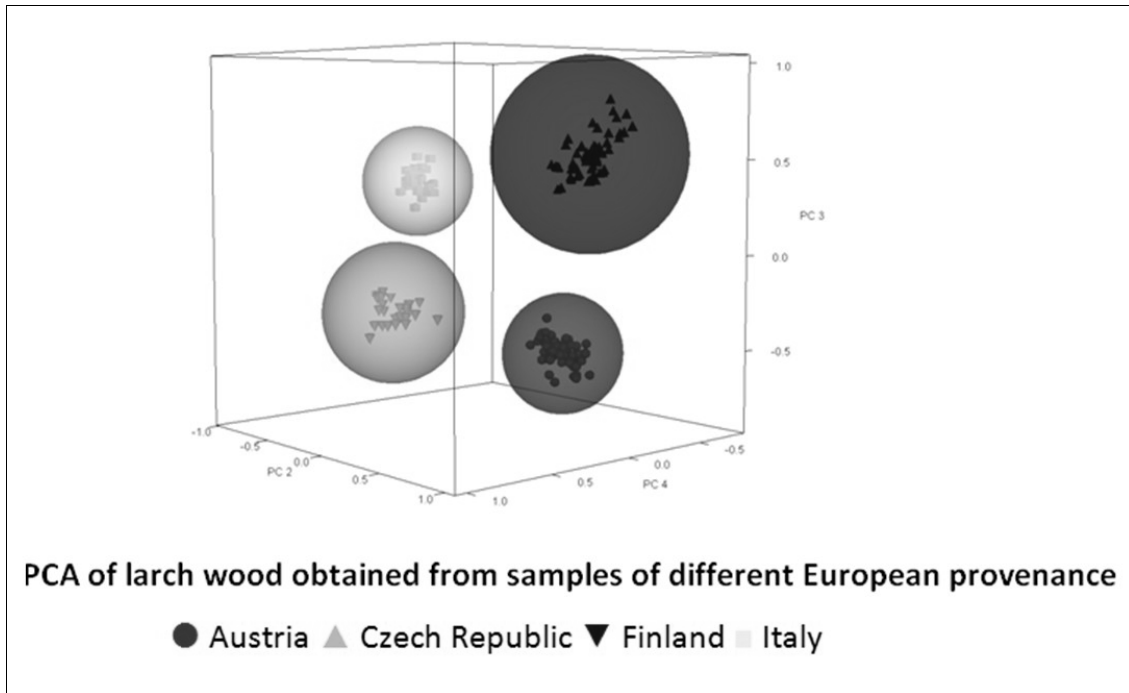


Figura 2. Grafico dell'analisi per componenti principali di differenti provenienze europee di larice.
Figure 2. Principal component analysis of various European larch provenances.

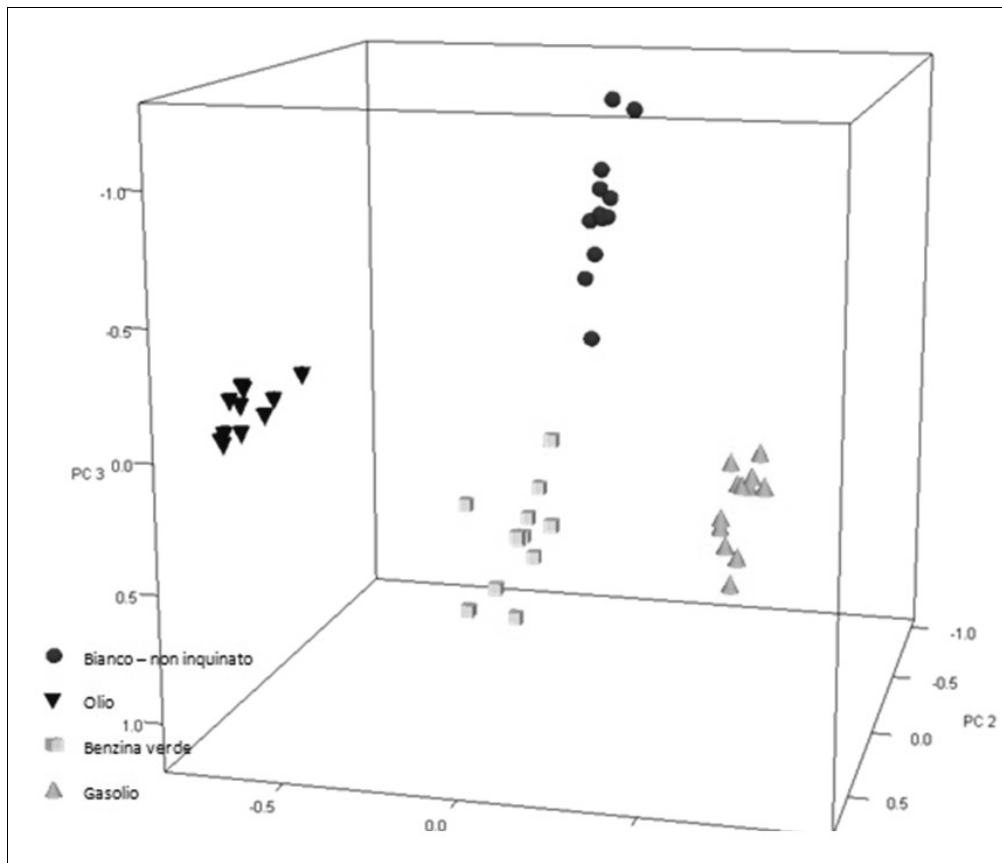


Figura 3. Grafico dell'analisi per componenti principali di differenti inquinanti organici su legno.
Figure 3. Principal component analysis of various organic pollutants on wood.

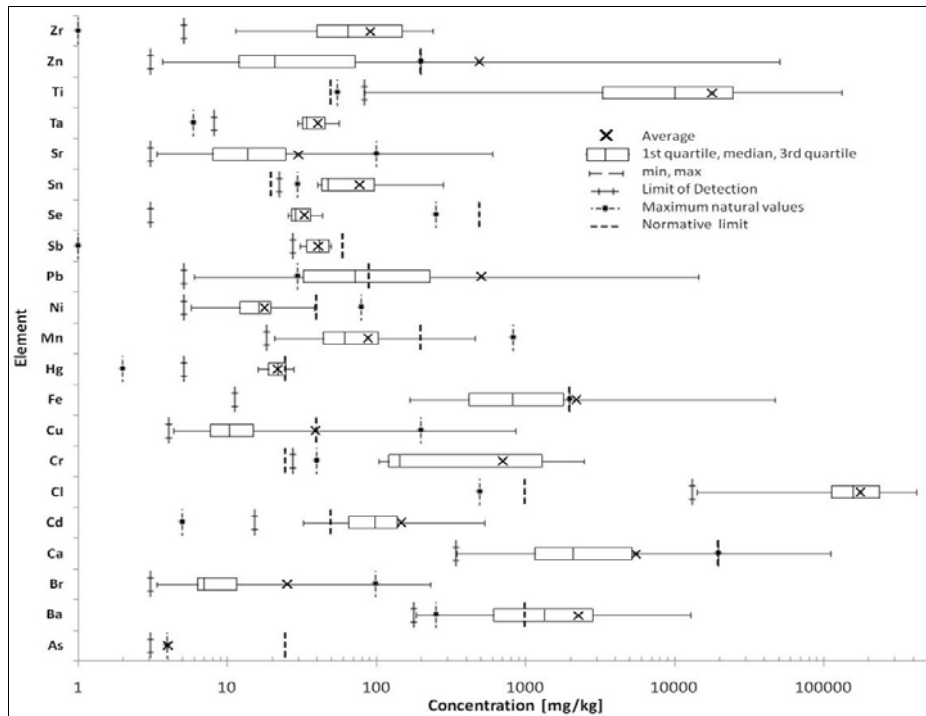
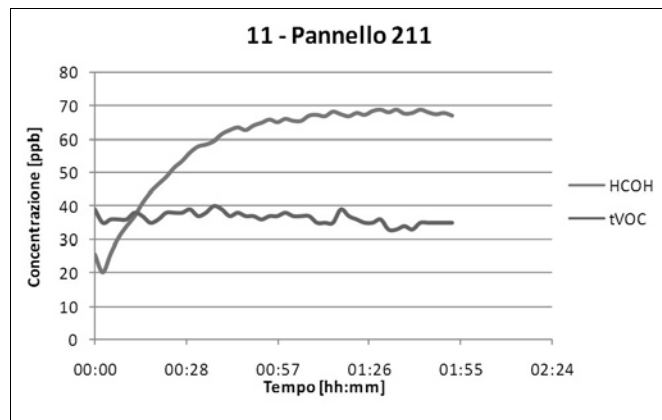


Figura 4. Grafico della concentrazione degli elementi chimici misurati su residui di prodotti a base legno destinati al riciclaggio, campionati in un Centro Raccolta Materiali.
 Figure 4. Concentrations of chemical elements measured on residues of wood based panels sampled in a recycling platform.

Figura 5. Concentrazione delle emissioni volatili di un pannello a base legno misurato con apparecchiature a fotoionizzazione e a cella elettrochimica.
 Figure 5. Volatile emissions concentration of a wood based panel measured with a photoion-sed detector and electrochemical cell.



SUMMARY

Wood quality: fast measurements with innovative technologies

The characterization of wood is accomplished with a proven system of technologies established by international Standards. In recent years the access to new technologies appropriate to define the properties of wood with a different approach from those standardized, became possible. At the Laboratory of Quality Wood CNR-IVALSA these technologies and/or methodologies have been adopted and tested, in order to define in a new way the different properties of wood in relation to the needs of research and industrial applications.

The common feature of the technologies adopted is to require little or no sample preparation; in addition, many of these methods allow to perform the measurement in a short time (from a few seconds to a few minutes). The Spectrophotometry on the surface of the wood specimen is now available in the NIR near-infrared and MIR mid-

infrared range. Analog colorimeters with integrating sphere has been now joined by multispectral digital systems that allow to get information point to points on large surfaces.

IR Spectrophotometry allows to obtain some chemical properties of the surface, from which we derived the geographical origin, the presence and classification of not visible organic pollutants (diesel oil, adhesives, preservatives, etc...).

The X-ray fluorescence spectrometry using a low-energy hand-held instrument allows us, after a calibration process, to identify and quantify the presence of many chemical elements; this technology allows to quickly identify the presence of heavy metals or elements harmful to the health or problematic for certain industrial processes. Another topic studied is related to the gaseous emissions of wood and wood products, such as TVOC (total volatile organic compounds) and formaldehyde, analyzed by testing portable equipment with high resolution (ppb), respectively, based on a photoionization detector and electrochemical cell.

INNOVATIVE METHODOLOGIES FOR THE ANALYSIS OF THE CONSERVATION STATE ON WOODEN SURFACES

Angela Lo Monaco¹, Luca Calienno¹, Giorgia Agresti², Davide Fodaro³, Claudia Pelosi², Rodolfo Picchio¹

¹Department of Agriculture, Forests, Nature and Energy, University of Tuscia, Viterbo (Italy);
lomonaco@unitus.it

²Department of Cultural Heritage Sciences, University of Tuscia, Viterbo (Italy)

³Istituto Superiore per la Conservazione e il Restauro, Roma (Italy)

Colour variations on wood surfaces are due to photo-degradation of its chemical constituents, therefore the study of the relationship between colour changes and the chemical composition caused by irradiation is of practical and theoretical importance for the understanding of degradation phenomena. The Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy and reflectance spectrophotometry were used to assess artificial sunlight exposure. The statistical approach and the provisional and descriptive models obtained were the innovative results. Laser tests were carried out with the MDTT45 Q-switched Nd YAG changing the irradiation conditions in order to find the threshold values of fluence useful to remove the brownish surface layer on the investigated artefact. The examined species were lime, chestnut, poplar and beech. It was observed that wood colour shows high variability and the colour differences must be calculated on the same measurement point. Colour monitoring allowed to study the wood surface colour variation due to photo-irradiation. FTIR analysis highlighted that irradiation caused the degradation of lignin and increased concentration of the chromophore groups on the wood surface. FTIR spectroscopy allowed also to investigate the rate of photo-degradation of wood surface due to lignin oxidation. The correlation between colour changes and lignin photo-degradation was determined in the species examined and qualitative and quantitative models have been developed. These results are very interesting because they demonstrate that colour measurements or reflectance spectrophotometry can be used to evaluate wood surface modifications in a totally non-destructive modality.

Keywords: wood colour, photo-degradation, fourier transform infrared (ftir) spectroscopy, reflectance spectrophotometry, laser cleaning.

Parole chiave: colore del legno, fotodegradazione, spettroscopia ftir, spettrofotometria in riflettanza, pulitura laser.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-alm-inn>

1. Introduction

Colour variation of wood due to light radiation is an interesting and important topic in wood science as testified by a lot of literature papers concerning the photo-oxidation of wood surfaces (Agresti *et al.*, 2013; Calienno *et al.*, 2014; Calienno *et al.*, 2015; Hon and Shiraishi, 2001; Lo Monaco *et al.*, 2011; Pelosi *et al.*, 2013a; Teacă *et al.*, 2013; Tolvaj and Mitsui, 2010; Tolvaj *et al.*, 2013). Colour variations on wood surfaces are due to photo-degradation of its chemical constituents, therefore the study of the relationship between colour and chemical changes caused by irradiation is of practical and theoretical importance for the understanding of degradation phenomena (Teacă *et al.*, 2013).

The Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy and reflectance spectrophotometry were used to assess the effects of artificial sunlight on wood. The

monitoring of wood surfaces exposed to radiations was performed by non-destructive methods to develop a methodology applicable also to the cultural heritage objects. The colour change is the most sensitive method to determine the extent of photo-degradation of wood exposed to ultraviolet and visible radiation. The obtained data were correlated to check the relationship between variation of colour and of the chemical components (Agresti *et al.*, 2013; Calienno *et al.*, 2014; Calienno *et al.*, 2015; Pelosi *et al.*, 2013a).

2. Materials and methods

The species investigated were poplar (*Populus* sp.), beech (*Fagus sylvatica* L.), chestnut (*Castanea sativa* Mill.) and lime (*Tilia* sp.).

Colour was monitored by an X-Rite CA22 reflectance spectrophotometer. The characteristics were: colour scale CIEL*a*b*; illuminant D65; standard observer 10°;

geometry of measurement 45°/0°; spectral range 400-700 nm; spectral resolution 10 nm; measurement diameter 4 mm. The differences in lightness (ΔL^*), in chromatic coordinates (Δa^* e Δb^*) and in total colour (ΔE^*) were then calculated according to EN 15886 standard.

FTIR analysis was applied to study the chemical modifications of wood constituents caused by irradiation (Kataoka and Kiguchi, 2001; Moore and Owen, 2001; Pandey, 2005; Tolvaj *et al.*, 2011; Agresti *et al.*, 2013). FTIR spectra were obtained using a Nicolet Avatar 360 Fourier transform spectrometer, in diffuse reflection modality (DRIFT), with a resolution of 4 cm⁻¹. The relative changes in intensities of spectral bands associated with lignin and carbohydrates as a result of deterioration were determined at different exposure times.

Data were analyzed with the Statistica 2010 advanced statistics software. As a first step, data distribution was plotted and visually checked for normality. Differences among the samples were checked with ANOVA and M-ANOVA analysis. Post-hoc tests were conducted with Tukey HSD test method. Linear and non-linear regression analysis was used to develop prediction models (Agresti *et al.*, 2013; Calienno *et al.*, 2014; Calienno *et al.*, 2015; Pelosi *et al.*, 2013a).

Laser tests were carried out with the MDTT45 Q-switched Nd:YAG system supplied by MEDICAM, changing the irradiation conditions in order to find the threshold values of fluence useful to remove the brownish surface layer without damaging the wood support of the investigated artifact.

The experimental parameters were: wavelength 1064 nm and 532 nm, energy from 4 to 28 mJ, fluence from 0.01 Jcm⁻² to 0.90 Jcm⁻², pulse duration 10 ns, spot diameter from 2 to 8 mm, frequency 5 Hz (Pelosi *et al.*, 2013b).

3. Results

The wood of poplar, beech and chestnut undergoes chemical and colour changes due to light radiation in the solar box.

Colour monitoring on the examined species allowed to find that wood surface undergoes an important variation of colour due to photo-irradiation, occurring within the first 24 – 48 hours.

L* parameter clearly decreases. This can be attributed to photo-degradation processes mostly related to the decomposition of lignin due to the chromophore groups absorbing energy, especially in the UV range of the sunlight spectrum. The photo-degradation of the extractives can also affect the decrease of L* values.

The intensity of the FTIR bands associated with lignin decreases during photo-degradation.

This is accompanied by an increase in the intensity of the band associated to carbonyl absorption, as a function of irradiation time. This can be explained by the formation of C=O groups of degraded lignin. The intensities of the peak associated with carbohydrates is not significantly affected by irradiation.

3.1 Poplar

The important variation of colour on poplar wood surface exposed to photo-irradiation is mainly due to L* decrease and b* increase (Tab. 1, 2 and 3) (Agresti *et al.*, 2013; Pelosi *et al.*, 2013a). FTIR spectroscopy allowed to investigate the rate of photo-degradation of wood surface due to lignin oxidation (Tab. 4). The most innovative result is that a correlation of the colour changes may be derived with the photo-degradation of lignin obtained by FTIR analysis (Tab. 5).

3.2 Beech

Colour monitoring on beech (Tab. 1, 2 and 3) (Calienno *et al.*, 2014) highlighted a great variation of colour and Fourier Transform Infrared spectroscopy allowed to investigate the rate of photo-degradation of wood surface due to lignin oxidation (Tab. 4). The results of the regression analysis underlined that only the I₁₅₀₇/I₁₃₇₅ peak ratio has a statically significant relation with the chromatic coordinates, in particular with L* and a* (Tab. 5).

3.3 Chestnut

Colour monitoring on chestnut (Calienno *et al.*, 2015) showed that the important colour variation of wood surface due to photo-irradiation is mainly originated by L* decrease and b* increase (Tab. 1 and 2). FTIR analysis indicated that irradiation caused the degradation of lignin and increased the concentration of the chromophore groups on the wood surface (Tab. 4). Changes in the chromatic coordinates can be related to the degradation of lignin and to the increase of the concentration of carbonyl groups (Tab. 5).

3.4 Laser cleaning on lime

Laser cleaning tests were performed on a statue of lime wood (Fig. 1) (Pelosi *et al.*, 2013b) under different conditions in order to find the threshold values of fluence that are useful to remove the brownish surface layer without damaging the wood support (A: 0.01 J/cm²; B: 0.64 J/cm²; C: 0.16 J/cm²). The surface was analyzed before and after the cleaning, with the aid of a video microscope and a reflectance spectrophotometer. To evaluate the effectiveness in removing the brownish shellac layer, video microscope acquisitions and twelve points for colour measurements were chosen in the three tested area, before and after the laser irradiation. The laser tests allowed finding the suitable parameters making possible to remove almost completely the shellac layer without damaging the wood surface (B test). The effectiveness of the laser cleaning was explored by means of reflectance spectrophotometry, a simple method giving immediate and easy to understand data to evaluate the surface changes.

4. Conclusions

Wood colour shows high variability, for this reason data have to be collected from different areas of each sample to quantify and account for this variability and the colour differences must be performed on the same measurement

point. FTIR analysis highlighted that irradiation caused the degradation of lignin and increased concentration of the chromophore groups on the wood surface.

Colour monitoring allowed to find that wood surface colour undergoes an important variation due to photo-irradiation, occurring within the first 24-48 hours; FTIR spectroscopy allowed to investigate the rate of photo-degradation of wood surface due to lignin oxidation. The correlation between colour changes and lignin photo-degradation was determined in the species examined and qualitative and quantitative models have been developed. These results are very interesting because they demonstrate that colour measurements or

reflectance spectrophotometry can be used to evaluate wood surface modifications in a totally non-destructive modality.

The laser cleaning applied to wood material can be an effective method to remove the surface deposits without affecting negatively the original support. The diagnostic analysis was fundamental to verify the applicability of the laser to the surface. Considering the reduced number of laser cleaning examples applied to wooden material available in literature, the documentation of the adopted working process could be a useful reference for the divulgation and sharing of the obtained data.

Table 1. L*, a* e b* chromatic coordinates at different times of exposure in Solar Box for Poplar, Beech and Chestnut.

Tabella 1. Coordinate cromatiche L*, a* e b* a differenti tempi di esposizione nel Solar Box per Pioppo, Faggio e Castagno.

Time (h)	Poplar			Beech			Chestnut		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
0	84.3	2.0	16.8	82.1	4.9	17.4	75.9	5.8	20.3
12	81.9	2.1	22.7	73.4	8.4	24.5	71.6	6.9	28.1
24	80.9	2.6	25.3	71.9	9.9	27.9	68.8	7.6	30.2
48	80.0	3.4	27.6	70.8	9.8	27.9	66.6	8.4	31.4
72	79.7	4.0	29.9	70.2	9.8	28.2	67.9	8.9	32.8
96	78.3	4.5	29.4	69.2	9.1	27.5	66.7	9.5	33.2
120	78.1	4.8	29.9	69.4	9.0	27.6	66.2	9.5	32.8
144	77.9	5.2	30.3	69.3	9.1	27.9	65.9	9.4	32.3
168	77.7	5.7	31.4	69.5	10.0	29.9	64.9	10.1	33.4
216	76.4	7.1	33.1	68.4	9.5	29.1	63.3	9.0	30.4
312	72.7	8.9	33.1	69.2	9.7	29.9	63.1	8.8	29.5
408	71.7	8.7	32.2	69.0	9.4	29.5	63.7	9.0	29.6
504	71.6	9.5	33.3	69.0	9.5	29.6	63.7	9.8	30.0

Table 2. Regression analysis for the dependent variables L*a*b* as function of the exposure time (t).

Tabella 2. Regressione per le variabili dipendenti L* a* b* in funzione del tempo di esposizione (t).

Poplar			
	Regression	R ² adj.	Significance
L*	83.002-0.045t+0.00004t ²	0.816	***
a*	1.569+0.032t-0.00003t ²	0.954	***
b*	20.108+0.00679t-0.00008t ²	0.857	***
Beech			
	Regression	R ² adj.	Significance
L*	76.615-0.045t+0.00005t ²	0.541	**
a*	6.963+0.020-0.00002t ²	0.489	**
b*	22.19+0.053t-0.00006t ²	0.684	**
Chestnut			
	Regression	R ² adj.	Significance
L*	70.392-0.037t+0.00005t ²	0.729	**
a*	6.843+0.018t-0.00002t ²	0.736	**
b*	24.720+0.046t-0.00007t ²	0.719	**

Table 3. Regression analysis for the dependent variable t (time) as function of the L*a*b* coordinates.

Tabella 3. Regressione per la variabile dipendente t (tempo) in funzione delle coordinate cromatiche L* a* b*.

<i>Poplar</i>	
$R^2_{adj.}=0.947; p<0.001$	
$t=1732.3-56.2L^*+16.2a^*+24.5b^*+0.4L^{*2}+4.4a^{*2}-0.5b^{*2}$	
<i>Beech</i>	
$R^2_{adj.}=0.891; p<0.01$	
$t=10525.09-256.27L^*+121.18a^*-111.61b^*+1.67L^{*2}-11.27a^{*2}+3.03b^{*2}$	

Table 4. Regression analysis for the dependent variable peak intensity ratio as function of the exposure times.

Tabella 4. Regressione per la variabile dipendente rapporto della intensità dei picchi in funzione del tempo di esposizione.

<i>Poplar</i>		
<i>Function</i>	$R^2_{adj.}$	<i>Significance</i>
$I_{1507}/I_{1376}=1.383e^{-0.005t}$	0.865	***
$I_{1737}/I_{1376}=2.808+0.003t$	0.129	*
$I_{1507}/I_{1737}=0.995+0.0031t-0.109t^{0.5}-0.109t^{0.5}$	0.924	***
<i>Beech</i>		
<i>Function</i>	$R^2_{adj.}$	<i>Significance</i>
$I_{1507}/I_{1375} = 1.431-0.006t+0.000007t^2$	0.777	**
$I_{1507}/I_{1375} = 1.45+0.004t$	0.412	**
$I_{1739}/I_{1507} = 1,26-0,004t+0,000004t^2$	0.613	**
<i>Chestnut</i>		
<i>Function</i>	$R^2_{adj.}$	<i>Significance</i>
$I_{1507}/I_{1375} = 1.846+0.00096t-0.084t^{0.5}$	0.819	**
$I_{1507}/I_{1375} = 4.323-0.004t-0.192t^{0.5}$	0.224	**
$I_{1507}/I_{1739} = 0.415+0.00045t-0.026t^{0.5}$	0.938	**

Table 5. Regression analysis for the dependent variable peak intensity ratio as function of the chromatic coordinates.

Tabella 5. Regressione analysis per il rapporto della intensità dei picchi in funzione delle coordinate cromatiche L* a* b*.

<i>Poplar</i>	
I_{1507}/I_{1376}	
$R^2_{adj.}=0.999$	
$I_{1507}/I_{1376}=1.4582+0.000092L^{*2}-0.00373a^{*2}-0.001328b^{*2}$	
I_{1507}/I_{1737}	
$R^2_{adj.}=0.995$	
$I_{1507}/I_{1737}=-12.420+0.0017L^{*2}-0.0072a^{*2}+0.0032b^{*2}$	
<i>Beech</i>	
I_{1507}/I_{1376}	
$R^2_{adj.}=0.892; p<0.01$	
$I_{1507}/I_{1375} = -21.948+2.953a^*+0.002L^{*2}-0.163a^{*2}$	
<i>Chestnut</i>	
I_{1507}/I_{1375}	
$R^2_{adj.}=0.609; p<0.01$	
$I_{1507}/I_{1375}=-23,466+1,267L^*-1,636a^*-0,642b^*-0,0097L^{*2}+0,48402778a^{*2}+0,08680556b^{*2}$	
I_{1507}/I_{1739}	
$R^2_{adj.}=0.808; p<0.01$	
$I_{1507}/I_{1739} = -4,494+0,238L^*-0,393a^*-0,097b^*-0,00179L^{*2}+0,01794a^{*2}+0,0019b^{*2}$	



Figure 1. The sculpture representing Saint Joseph by the workshop of Ignaz Günther (1727-1775) carved on lime wood.

Figura 1. Scultura in legno di Tiglio rappresentante San Giuseppe, attribuita alla bottega di Ignaz Günther (1727-1775).

RIASSUNTO

Metodologie innovative per l'analisi dello stato di conservazione di superfici lignee

La variazione di colore è uno dei metodi più sensibili per svelare il grado di fotodegradazione del legno esposto a radiazione nell'ultravioletto e nel visibile, quindi lo studio del rapporto tra i cambiamenti di colore e della composizione chimica causata da irradiazione è d'importanza pratica e teorica per la comprensione dei fenomeni degradativi.

La spettroscopia infrarossa in trasformata di Fourier (FTIR) e la spettrofotometria in riflettanza sono state impiegate per valutare l'influenza della luce. Approccio statistico e modelli previsionali e descrittivi ottenuti costituiscono l'innovazione. Test con laser sono stati effettuati con un sistema Nd:YAG Q-switched, variando le condizioni di irraggiamento anche al fine di trovare i valori di soglia di fluensa utili alla rimozione dello strato superficiale bruno sul manufatto studiato. Le specie esaminate sono tiglio, castagno, noce, pioppo e faggio.

È stato osservato che il colore mostra un'elevata variabilità e le differenze colorimetriche devono scrupolosamente essere verificate negli stessi punti. Il monitoraggio del colore ha permesso di verificare le variazioni di colore causate dalla foto-irradiazione. L'analisi FTIR ha evidenziato che l'irradiazione ha causato la degradazione della lignina aumentando la concentrazione dei gruppi cromofori sulla superficie

del legno. La spettroscopia FTIR ha permesso di indagare il tasso di fotodegradazione della superficie del legno dovuto all'ossidazione della lignina. La correlazione tra cambiamenti di colore e fotodegradazione della lignina è stata determinata nelle specie esaminate e sono stati creati modelli qualitativi e quantitativi.

Questi risultati dimostrano che le misurazioni di colore, con la spettrofotometria di riflettanza, possono essere impiegate per valutare le modifiche superficiali del legno in modo totalmente non distruttivo.

BIBLIOGRAPHY

- Agresti G., Bonifazi G., Calienno L., Capobianco G., Lo Monaco A., Pelosi C., Picchio R., Serranti S., 2013 – *Surface investigation of photo-degraded wood by color monitoring, infrared spectroscopy, and hyperspectral imaging*. Journal of Spectroscopy, 1(1), Article number 380536.
- Calienno L., Lo Monaco A., Pelosi C., Picchio R., 2014a – *Colour and chemical changes on photodegraded beech wood with or without red heartwood*. Wood Sci Technol, 48 (6):1167-1180.
<http://dx.doi.org/10.1007/s00226-014-0670-z>
- Calienno L., Pelosi C., Picchio R., Agresti G., Santamaria U., Balletti F., Lo Monaco A., 2014b – *Light-induced color changes and chemical modification of treated and untreated chestnut wood surface*. Stud Conserv (early view).

- <http://dx.doi.org/10.1179/2047058413Y.0000000119>
Hon D.N.S., Shiraishi N., 2001 – *Color and discoloration and weathering and photochemistry of wood*. In: Marcel Dekker, Wood and Cellulose chemistry, New York., pp. 385-442; 513-546.
- Kataoka Y., Kiguchi M., 2001 – *Depth Profiling of Photo-Induced Degradation in Wood by FT-IR Microspectroscopy*. Journal of Wood Science, 47: 325-327.
<http://dx.doi.org/10.1007/BF00766722>
- Lo Monaco A., Pelosi C., Picchio R., 2011 – *Colour evolution of wood surfaces in simulated sunlight exposure*. In: Proceedings of the Seventh Color Conference, SIOF: Color and Colorimetry. Multidisciplinary Contributions, vol. VII B: 207-214.
- Moore A.K., Owen N.L., 2001 – *Infrared spectroscopic studies of solid wood*. Applied Spectroscopy Reviews, 36: 65-86.
<http://dx.doi.org/10.1081/ASR-100103090>
- Pandey K.K., 2005 – *Study of the effect of photo-irradiation on the surface chemistry of wood*. Polymer Degradation and Stability, 90: 9-20.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2005.02.009>
- Pelosi C., Agresti G., Calienno L., Lo Monaco A., Picchio R., Santamaria U., Vinciguerra V., 2013a – *Application of spectroscopic techniques for the study of the surface changes in poplar wood and possible implications in conservation of wooden artefacts*. In: Proceedings of SPIE, vol. 8790: 1-14.
<http://dx.doi.org/10.1117/12.2020418>
- Pelosi C., Fodaro D., Sforzini L., Lo Monaco A., 2013b – *Laser cleaning experiences on sculptures' materials: Terracotta, plaster, wood and wax*. Source of the Document Proceedings of SPIE, The International Society for Optical Engineering 9065, 906 50X.
- Teacă C.A., Roşu D., Bodîrlău R., Roşu L., 2013 – *Structural changes in wood under artificial UV light irradiation determined by FTIR spectroscopy and color measurements-a brief review*. Bioresources, 8 (1):1478-1507.
<http://dx.doi.org/10.15376/biores.8.1.1478-1507>
- Tolvaj L., Mitsui K., 2010 – *Correlation between hue angle and lightness of light irradiated wood*. Polym Degrad Stab, 95 (4): 638-642.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2009.12.004>
- Tolvaj L., Mitsui K., Varga D., 2011 – *Validity Limits of Kubelka-Munk Theory for DRIFT Spectra of Photodegraded Solid Wood*. Wood Science and Technology, 45: 135-46.
<http://dx.doi.org/10.1007/s00226-010-0314-x>
- Tolvaj L., Persze L., Lang E., 2013 – *Correlation between hue angle and lightness of wood species grown in Hungary*. Wood Research, 58 (1): 141-155.

SESSIONE / *SESSION* 8

POSTERS

INDICATORI DI DEPERIMENTO NEL LEGNO DELLE QUERCE MONUMENTALI DELLA TENUTA PRESIDENZIALE DI CASTELPORZIANO (ROMA)

Manuela Romagnoli¹, Alessandra Silvestri², Fabio Recanatesi², Aleandro Tinelli³, Luca Maffei³, Sara Moroni²

¹DIBAF, Università degli Studi della Tuscia, Viterbo; mroma@unitus.it

²DAFNE, Università degli Studi della Tuscia, Viterbo

³Tenuta di Castelporziano, Roma

Il deperimento delle querce nel nostro paese è un problema molto sentito per il ruolo ecosistemico che ricoprono i querceti a livello nazionale. L'interesse sul deperimento è comunque generale in quanto coinvolge molti paesi europei. Il caso studio riguarda due località, Farnete ed Infernetto, comprese nella Tenuta di Castelporziano (RM). Sono state estratte carote e rotelle di individui arborei, scelti in funzione dell'entità del seccume nella chioma (piante sane, deperienti e morte) e sottoposte ad un'analisi dendrocronologica. Dagli studi è emerso che tra i due siti ci sono delle differenze sia di accrescimento che di età: le piante più vecchie campionate si trovano a Infernetto, ma la differenza di accrescimento tra piante fenotipicamente classificate come sane e quelle deperienti sembra più evidente a Farnete per un maggiore scostamento tra le due serie dendrocronologiche. Farnete è la località che anche dalla mappatura geografica è interessata dal deperimento di un maggior numero di individui. Le rotelle prelevate da piante morte a terra hanno permesso di identificare la data in cui si è formato l'ultimo anello ed hanno evidenziato come l'attività cambiale cessi in momenti diversi in relazione all'altezza di prelievo nel tronco. L'alburno delle piante deperienti mediamente presenta in percentuale un maggior numero di anelli, ma questo risultato è più visibile nella Località Farnete.

Parole chiave: incremento area basale, dendrocronologia, carote, alburno, anelli, querce caducifoglie.

Keywords: basal area increment (BAI), dendrochronology, cores, sapwood, tree rings, deciduous oaks.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-mr-ind>

1. Introduzione e inquadramento del territorio

La Tenuta Presidenziale di Castelporziano è un popolamento relitto di querce igrofile, un'isola di biodiversità e di interesse storico-naturalistico unica in Italia e sulla quale sono concentrati una serie di sforzi da parte di molti gruppi di ricerca per garantirne la salvaguardia e la conservazione. Il luogo ha anche un importante valore storico, testimoniato da insediamenti umani fin dai tempi più antichi, ovvero già in età preistorica. Dopo varie vicissitudini e periodi di rigoglio e di decadenza, nel 1948, dopo il secondo conflitto mondiale, sopravvenuta l'istituzione della Repubblica, la Tenuta venne assegnata al Capo dello Stato ed il 5 maggio 1999 con decreto n. 136 del Presidente Scalfaro la Tenuta è stata riconosciuta Riserva Naturale Statale. Molti studi sono stati effettuati sull'area che permettono una descrizione piuttosto dettagliata ed una ricostruzione delle vicissitudini a livello storico e ambientale (AA.VV., 1985; AA.VV., 1998; Baldo, 2009; Bertoni, 2012; Bucci, 2006; Scarascia Mugnozza, 2001). La Tenuta dista circa 25 km dal centro di Roma e si estende dalla città fino al litorale romano su una superficie di 59 km² (5892 ha). Nell'area sono presenti la maggior parte degli ecosistemi tipici dell'ambiente mediterraneo, oltre ad aree dedite alle coltivazioni e al pascolo. Il

territorio è caratterizzato principalmente dal bosco planiziario igrofilo, costituito da querce sempreverdi (*Quercus ilex*, *Quercus suber*, *Quercus crenata*) e caducifoglie (*Quercus cerris*, *Quercus robur*, *Quercus frainetto*), oltre alla presenza di altre specie caducifoglie e sottobosco tipico della macchia mediterranea, con specie più prettamente igrofile in prossimità delle zone umide. Questo è l'ultimo lembo relitto incontaminato di quelle vaste foreste e dei boschi che un tempo, nell'antichità, si estendevano lungo tutta la costa laziale. Nelle zone meno accessibili, la foresta è ricca di esemplari arborei vetusti e monumentali che la rendono un silvo-museo permanente che merita di essere conservato e preservato (Giordano *et al.*, 2006). Sono inoltre di particolare interesse a livello biologico le "piscine", specchi d'acqua naturali che testimoniano la pregressa presenza di ambienti umidi, boschi allagati e paludi, ma che possono causare, per la presenza di uno strato di argilla situato a ridotta profondità nel suolo, un fenomeno di asfissia delle radici divenendo una delle cause dello stress a cui sono sottoposte le specie vegetali.

Oltre alla grande varietà vegetazionale, la Tenuta presenta una notevole ricchezza di specie faunistiche, tra cui abbondano diverse specie di ungulati. Tali specie sono tra le cause principali della scarsa presenza

di rinnovazione arborea nel sottobosco. La ricchezza biologica ha consentito che tutta l'area fosse indicata come Zona di Protezione Speciale (ZPS) ai sensi della DC 79/409 CEE ed all'interno della Tenuta sono stati individuati due Siti di Interesse Comunitario (SIC) in loc. Farnete (querceti igrofili) ed in corrispondenza della loc. Grotta di Piastra (fascia costiera). Pertanto la Tenuta è stata inserita nella Rete Natura 2000.

Il monitoraggio ambientale della Tenuta, in itinere dal 1996, ha messo in evidenza come i principali fattori limitanti alla rinnovazione naturale dei querceti di caducifoglie siano costituiti dalla eccessiva pressione della fauna selvatica e dalla riduzione degli apporti meteorici che, per questo territorio, può essere stimata di circa il 15% negli ultimi quindici anni.

Durante l'ultimo decennio si manifestato nella Tenuta il deperimento dei soprassuoli quercini di farnia in particolare ma anche di quelli di cerro a causa di una notevole escalation di morie.

Attualmente è in fase di predisposizione un Piano di Gestione per il quale sono estremamente utili alcune informazioni come l'età dei popolamenti, il momento in cui inizia a manifestarsi il fenomeno di deperimento e l'età in cui avviene la morte delle piante. Queste informazioni consentono di identificare l'esistenza di fattori predisponenti al deperimento quali possono essere degli esemplari arborei o in genere fattori esogeni tra cui l'inquinamento (Paoletti, 1998) ed i cambiamenti climatici (Dreyer e Aussennac, 1996), i quali agiscono sul medio-lungo periodo ponendo le basi per l'azione di fattori scatenanti, come la salinità, ma soprattutto la siccità (Jakucs, 1985; Mészáros, 1991; Paoletti, 1998) che in tempi brevi vanno ad intaccare i meccanismi fisiologici e metabolici della pianta.

Sotto il profilo climatico va rilevato come Castelporziano sia interessata da una siccità estiva (Scarascia Mugnozza *et al.*, 2006) piuttosto intensa e negli ultimi anni si è registrato un incremento degli episodi di forte precipitazione. Per quanto riguarda le temperature, nel corso del cinquantennio preso in esame si è osservato un aumento dei valori massimi ed allo stesso tempo una diminuzione degli eventi di gelata (occorrenze di temperatura minima inferiore a 0° C), determinato da un innalzamento delle temperature minime. L'area è stata poi interessata da un abbassamento delle falde conseguente alla bonifica che prende avvio ufficialmente nel 1884 e che potrebbe aver fortemente inciso sul fenomeno di deperimento delle querce.

Da queste premesse deriva l'obiettivo del contributo di ricerca che è quello di iniziare un percorso di studio dei segnali di deperimento nelle querce caducifoglie di Castelporziano identificando le cause predisponenti e i segnali fenotipici premonitori.

Gli obiettivi specifici del contributo fanno capo alle indagini dendrocronologiche e possono essere così riassunti:

- 1) Determinare l'età e l'anno in cui si è verificata la morte degli alberi.
- 2) Localizzare il momento in cui si verifica il fenomeno di deperimento.

- 3) Intraprendere un percorso di studio su alcuni parametri che fortemente influenzano la vitalità degli alberi, tra questi anzitutto l'alburno.

2. Materiali e metodi

2.1. Campionamento e analisi

Sono stati campionati individui arborei scelti in base allo stato di salute in due differenti località all'interno della Tenuta: Farnete ed Infernetto. Farnete è un'area interna alla riserva, in cui è stata riscontrata la presenza di piante in diverso stato di salute e scarsa presenza di rinnovazione naturale. La zona dell'Infernetto è invece situata in prossimità del limite della riserva più vicino al mare, oltre che al centro abitato. Presenta esemplari arborei di notevoli dimensioni (Fig. 1).

Le piante campionate sono state suddivise in sane, deperienti e molto deperienti in relazione al grado di seccume della chioma rivedendo le soglie proposte da Tulik (2014). Gli alberi sono stati classificati come:

- 1) sani quando, in linea di massima, i sintomi di deperimento interessano intorno al 20% della chioma;
- 2) deperienti, quando si osservavano fenomeni di seccume che interessavano oltre il 20% della chioma, con una ulteriore classificazione in piante molto deperienti quando il fenomeno del deperimento interessava oltre il 50% della chioma (fino al 70-90%);
- 3) morti e caduti sul terreno.

Per tutte le piante sono stati rilevati i diametri e le coordinate GPS.

Nel sito di Farnete sono state ottenute 15 carote, 10 di *Q. robur* e 5 di *Q. cerris*. La presenza nel sito di Farnete di piante morte e cadute a terra ha permesso di prelevare su 5 di esse 23 rotelle a diverse altezze lungo il fusto. Ad Infernetto è risultato possibile eseguire invece solo il carotaggio su 20 esemplari arborei tra i diversi stati di salute. In totale sono state prelevate 35 carote tra piante sane, deperienti e morte in piedi, oltre il materiale prelevato dalle 5 piante morte cadute a terra.

L'analisi dendrocronologica è stata eseguita secondo i sistemi classici della dendrocronologia (Schweingruber, 1986), misurando le ampiezze anulari con una approssimazione al centesimo di mm e verificando l'andamento delle curve dendrocronologiche, differenziando le piante sane da quelle deperienti, localizzando i momenti in cui gli accrescimenti presentano riduzioni piuttosto sostenute. In questa fase non è stata operata una distinzione tra la farnia ed il cerro. Le elaborazioni sono state eseguite sulle serie anulari relative al parametro ampiezza anulare ma anche al parametro incremento di area basale (BAI), poiché quest'ultimo mediamente risulta essere più correlabile ai fenomeni di deperimento (Johnson e Abrams, 2009). Per le due località sono stati anche calcolati i parametri statistici descrittivi delle curve dendrocronologiche; tra questi: il valore medio, la deviazione standard, la sensibilità media, massimi e minimi di accrescimento anulare.

Le curve dendrocronologiche sono state costruite anche sulle rotelle delle piante morte e cadute a terra nel sito di Farnete. In questo caso è risultato possibile determinare

non solo l'età in cui è avvenuta la morte degli alberi ma anche l'anno in cui è cessata l'attività cambiale. In tutte le carote e le rotelle è stata poi identificata l'estensione e il numero di anelli che interessa l'alburno.

3. Risultati

Nella Tabella 1 è riportata l'età degli alberi campionati, dedotta dal numero di anelli conteggiato in tutte le carote prelevate. Nella colonna accanto è riportato il numero di anelli relativo alle serie dendrocronologiche che si sincronizzavano e che pertanto sono andate a costituire la curva media. Dall'esame dei valori di età si evince che nel sito di Farnete, le querce deperienti sono anche quelle anche più senescenti ed hanno in media 115 anni, mentre le piante classificate come sane mediamente arrivano a 100 anni di età. Tra le piante deperienti si annovera anche la pianta più vecchia di Farnete che raggiunge un'età di 173 anni, la cui serie anulare tuttavia non è stata inserita nella curva media in quanto presentava difficoltà nella sincronizzazione. Nell'area di Infernetto è risultato meno agevole differenziare le piante sane da quelle deperienti sulla base dei caratteri fenotipici della chioma; in Infernetto sia i campioni classificati come sani che quelli classificati come deperienti mediamente presentano un'età di 120 anni, tale valore è mediamente superiore a quello misurato/stimato negli esemplari campionati a Farnete. Le serie dendrocronologiche delle piante classificate sane e deperienti sono state poi mediate in una cronologia totale che può essere considerata rappresentativa del sito di Castelporziano. L'analisi dei parametri descrittivi dendrocronologici fornisce ulteriori informazioni.

Nelle piante deperienti (Tab. 1), si può notare come in entrambi i siti, ampiezze anulari medie (MV) sono in genere inferiori rispetto alle piante sane, anche se questo risultato appare più evidente in Infernetto. A Farnete la curva media è caratterizzata da un coefficiente di variazione (CV) più elevato evidenziando così degli andamenti sussultori nei diversi periodi di tempo della serie anulare; la sensibilità media (MS) è abbastanza elevata in entrambi i siti, le piante dimostrano quindi una elevata reattività al clima, con valori maggiori nei campioni deperienti di Farnete.

Dal confronto dei grafici relativi alle curve anulari degli alberi sani e deperienti si è osservato come gli individui in stato di deperimento a Farnete (Fig. 2) hanno sostanzialmente incrementi di area basimetrica inferiori rispetto alle piante sane, soprattutto a partire dalla metà degli anni '40 del secolo scorso; precedentemente è probabile che gli accrescimenti piuttosto ridotti, riscontrati nella curva delle piante sane, siano da attribuire a processi di competizione e di affrancaimento dell'individuo all'interno della cenosi vegetale. Sia nelle piante sane che in quelle deperienti in località Farnete si verifica una brusca riduzione di accrescimento nel 1943, più evidente dal 1945, con un riassetto negli anni successivi ed un nuovo decremento nel 1987. La curva delle piante sane, mediamente più giovani, rimane costantemente sopra a quella delle piante deperienti.

Per la loc. Infernetto invece, la curva delle piante in deperimento sia quando ci si riferisce all'incremento di area basimetrica (BAI) che alle ampiezze anulari (dati non mostrati) non si discosta molto dalla curva delle piante sane; entrambe seguono un andamento crescente fino all'anno '43, poi subiscono un crollo netto per registrare una lieve ripresa dalla metà degli anni '90.

I parametri dendrocronologici e l'andamento delle curve medie delle località Farnete ed Infernetto nonché la curva media totale del sito di Castelporziano, trovano notevoli affinità con i risultati delle analisi eseguite sempre su campioni di cerro e farnia prelevati ad Infernetto in un precedente campionamento (Romagnoli e Bernabei, 1997). Anche in quel caso era stato evidenziato un forte decremento nella metà degli anni '40. Il numero di anelli rilevato sulle rotelle prelevate da piante morte e cadute a terra è riportato nella Figura 3 dalla quale si evince come le piante mediamente presentino 100 anelli annuali, corrispondenti ragionevolmente all'età degli alberi al momento della loro morte (ad esclusione della pianta 3 dove non è risultato possibile stimare l'età della pianta perché il campione era interessato da un intenso stato di degrado per carie interna). Più specificatamente, la morte in queste querce caducifoglie avviene in un'età compresa tra i 70 e i 100 anni, che può essere assunta quindi come "età di rischio" per la sopravvivenza degli alberi. La morte degli alberi campionati a terra non è avvenuta nello stesso momento (valori non riportati); infatti, dalla datazione delle serie dendrocronologiche, è stato appurato come i campioni analizzati derivino dalle piante morte a distanza anche di 10 anni l'una dall'altra. Pertanto sui campioni analizzati non è stato possibile identificare un evento comune esogeno che può aver determinato la morte degli alberi nello stesso momento. Analizzando nello specifico la pianta n. 1 (Fig. 3b), si può notare che le sezioni prelevate ad altezze superiori, più vicine alla chioma, presentano un numero di anelli inferiore rispetto a quello conteggiato nelle rotelle prelevate al colletto. Il risultato era prevedibile e permette di identificare, in qualche caso, dove non sono intervenuti fenomeni di degrado del legno, il tempo necessario alla pianta per raggiungere determinate altezze. Meno prevedibile è stato invece il risultato relativo alla cessazione dell'attività cambiale che in qualche caso, come ad esempio nella pianta 1, ad un'altezza di 330 cm avviene nel 2008 mentre al colletto tre anni prima, essendo l'ultimo anello datato come 2005.

Dall'analisi dell'estensione dell'alburno (SW) è da notare come in linea di massima le piante deperienti presentino una percentuale di anelli di alburno inferiore rispetto a quelle sane (Fig. 4), sia a Farnete che a Infernetto, ed una minore estensione (in cm) di questo tessuto in grado di garantire la funzionalità fisiologica. In Farnete la differenza nella proporzione di alburno tra piante sane e deperienti è più evidente. La retta di regressione (Fig. 5) mostra come nelle piante deperienti all'aumentare del numero di anelli, e quindi dell'età delle piante, aumenti in maniera significativa anche il numero di anelli nell'alburno, quasi fosse una strategia adottata dagli alberi per contrastare uno stato di soffe-

renza. Nelle piante classificate come sane la retta di regressione non è invece risultata significativa.

4. Conclusioni

Confrontando i due siti di Castelporziano, le piante campionate ad Infernetto presentano accrescimenti ed età maggiori rispetto a Farnete. Nonostante gli alberi siano mediamente più giovani a Farnete, in quest'ultima località è maggiormente evidente il fenomeno di deperimento dalle analisi dendrocronologiche, poiché si osserva lo scostamento tra le serie anulari relative alle piante sane con quelle invece misurate e costruite su piante classificate deperienti; queste ultime peraltro sono in genere anche più vecchie.

In località Farnete l'età potrebbe essere indicata come fattore predisponente il fenomeno di deperimento; per altro in questo sito anche l'analisi cartografica ha evidenziato una maggiore percentuale di individui che sono in uno stato di sofferenza. Sia a Farnete che ad Infernetto si osservano brusche variazioni di accrescimento, con una repentina diminuzione delle ampiezze anulari e del BAI a partire dagli anni '40; a Farnete si assiste ad un ulteriore peggioramento delle condizioni di accrescimento dalla metà degli anni '80.

L'analisi delle rotelle prelevate su piante morte e cadute a terra a Farnete, ha dimostrato come mediamente gli esemplari analizzati non superino i 100 anni di età. Tale momento può essere considerato come critico per la fisiologia e la vita delle querce in quell'area. L'alburno presenta in media un maggior numero di anelli nelle piante sane, anche se quelle deperienti all'aumentare dell'età tendono a presentare in percentuale un maggior numero di anelli di alburno quasi a contrastare l'invecchiamento ed un presumibile stato di sofferenza.

I dati, sebbene devono essere considerati preliminari, confermano le analisi svolte da Romagnoli e Bernabei (1997) e trovano molti punti di contatto anche con le analisi di Romagnoli e Codipietro, 1996, potendo così fornire informazioni che possono essere utili nello stato di avanzamento dei lavori del Piano di Gestione.

Ringraziamenti

Si ringrazia l'Accademia dei XL per aver permesso lo svolgimento dello studio. Si ringrazia il prof. Ervedo Giordano per i preziosi suggerimenti.

Tabella 1. Parametri descrittivi dendrocronologici delle serie anulari. N. Piante = numero di piante inserite nelle curve/cronologie medie. Età minima e massima = età considerando tutte le piante (carote) anche quelle non inserite nelle curve medie dendrocronologiche, N. anelli minimo e massimo = numero di anelli conteggiati sulle carote, che non corrisponde all'età laddove non sia possibile identificare/stimare il midollo; RW min e RW max = ampiezza anulare minima e massima misurata nelle curve dendrocronologiche; MV±DS ampiezza anulare media della curva dendrocronologica media con la deviazione standard, CV = coefficiente di variazione; MS = sensitività della curva media dendrocronologica.

Table 1. Descriptive dendrochronological parameters of ring width series. N. trees = number of trees included in the mean dendrochronological curve; minimum and maximum age = number of rings found in the cores taking into account all cores; N. Minimum and maximum = number of rings visible in the cores which does not correspond to the age when pith is not visible; MV min and max = maximum and minimum ring width measured in the dendrochronological curves, MV ± Ds mean ring width of the dendrochronological mean curve and standard deviation, CV = coefficient of variation, MS = mean sensitivity of the dendrochronological mean curve.

	<i>Stato di salute</i>	<i>Num. piante</i>	<i>Età min e max</i>	<i>Num. Anelli min e max</i>	<i>RW min</i>	<i>RW max</i>	<i>MV±Ds</i>	<i>CV</i>	<i>MS</i>
Farnete	Sane	4	101 - 106	51 - 106	78.75	589	227.72 ± 100.77	44.25	0.21
	Deperienti	4	114 - 143	103 - 173	49.75	587	171.34 ± 86.67	50.58	0.25
Infernetto	Sane	4	84 - 135	84 - 135	75.5	839	281.71 ± 160.37	56.92	0.22
	Deperienti	9	52 - 215	52 - 215	41	747	197.36 ± 111.18	56.33	0.21
Medie totali	Sane	8	113 - 143	51 - 135	81.45	839	271.78 ± 140.98	51.87	0.19
	Deperienti	13	112 - 215	65 - 215	41	747	177.45 ± 106.09	59.78	0.22

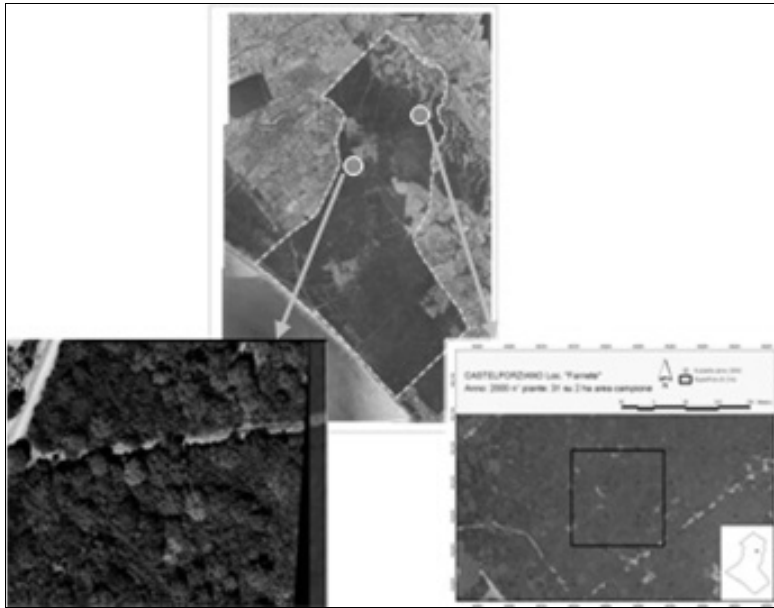


Figura 1. Foto aeree della Tenuta (1) e delle due aree analizzate: 2) loc. Infernetto; 3) loc. Farnete.

Figure 1. Aerial photography of the Estate (1) and of the two analyzed areas: 2) loc. Infernetto; 3) loc. Farnete.

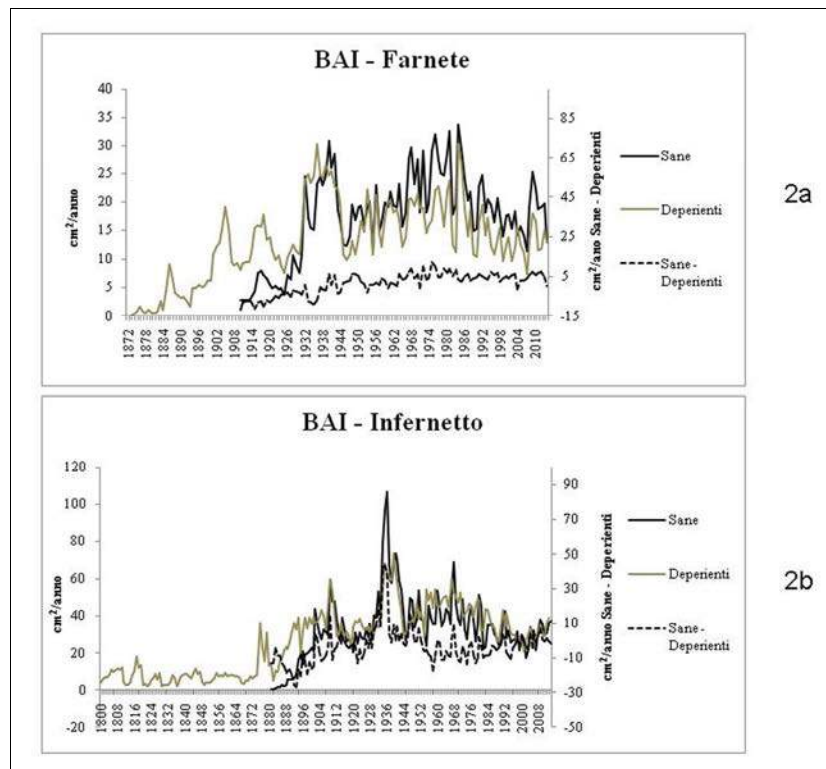


Figura 2. Incremento di area basimetrica annuale (BAI) in riferimento alle curve medie delle due località analizzate (2a: Loc. Farnete; 2b: Loc. Infernetto).

Figure 2. Basal area increment (BAI) of the mean curves of the two studied stands (2a: Loc. Farnete; 2b: Loc. Infernetto).

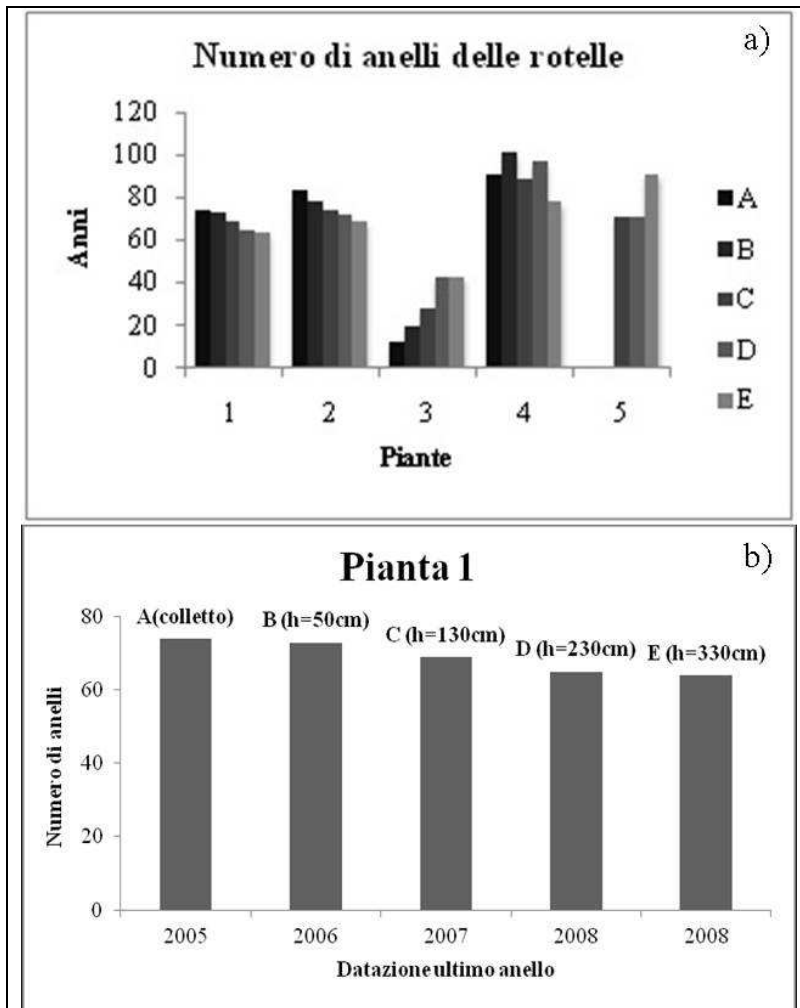


Figura 3. a) Istogrammi relativi al numero di anelli delle rotelle prelevate da piante morte e cadute a terra. Per ogni pianta è riportato il numero di anelli misurato alle diverse altezze di prelievo nel tronco; b) data di formazione dell'ultimo anello così come dedotta dall'analisi dendrocronologica eseguita alle diverse altezze del tronco.

Figure 3. a) Histograms of the number of rings observed in the disks sampled from dead and fallen to the ground trees. For each tree it is reported the number of rings measured at the different heights of sample in the trunk; b) date of formation of the last ring as deduced by dendrochronological analysis performed at different heights of the trunk.

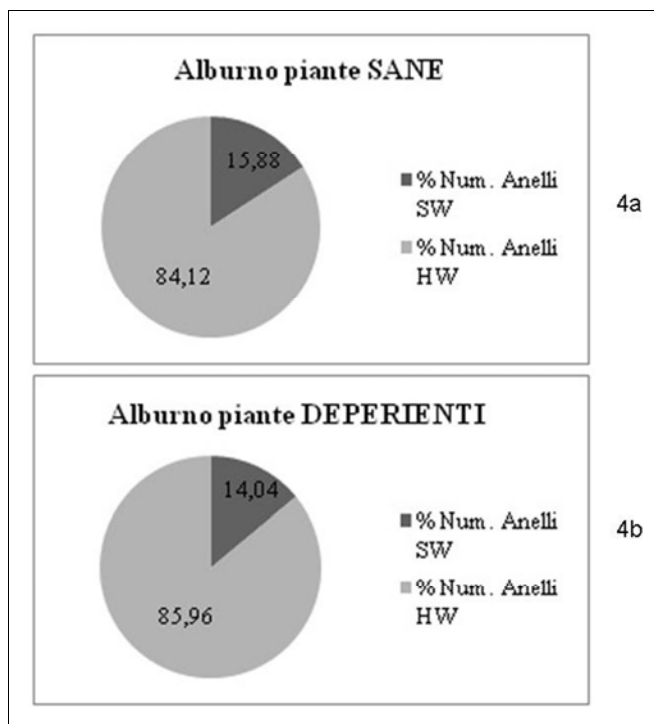
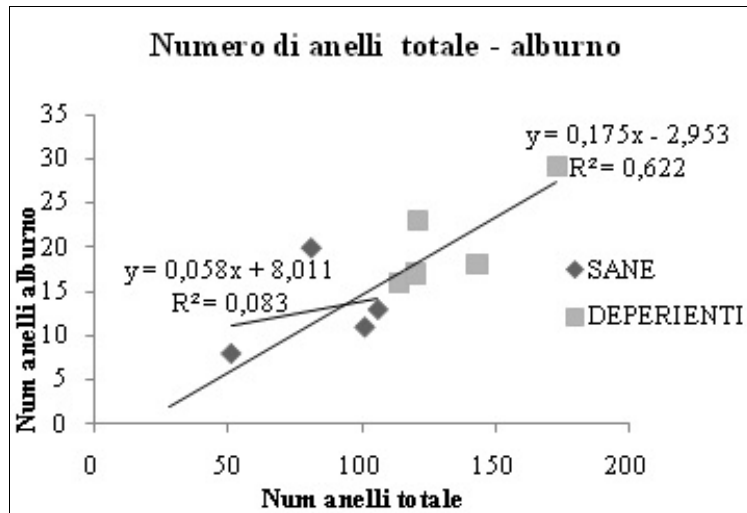


Figura 4. Percentuale del numero di anelli dell'alburno SW e del durame HW nelle piante sane e deperienti.
 Figure 4. Percentage of the number of rings in sapwood SW and heartwood (HW) in healthy and declining trees.

Figura 5. Regressione che mette in relazione il numero di anelli totale con il numero di anelli dell'alburno dell'albero.

Figure 5. Regression analysis of the total number of rings with the total number of sapwood rings in healthy and declining trees.



SUMMARY

Decline signals in the wood of monumental oaks of the Presidential Estate of Castelporziano (Rome)

Oak decline is a phenomenon which is worrying because of the role of the species at national and european level by the point of view of the ecosystem. The case study is in two oak stands, Farnete and Infernetto which are located in the Estate of Castelporziano (RM) of the Italian Republic. Cores and disks (these last from logs of dead trees) were sampled from trees which were classified healthy, declining and dead according to amount of dead branches in their crown. Tree rings analysis was performed following the classic methods of dendrochronology. The results show the sites are different both as regards their age and tree ring growth. Older trees are located in Infernetto, but BAI and ring widths are different between healthy and declining trees especially in Farnete. Farnete is the stand where oak decline, also by the observation of dead trees in geographical map, is more evident. The cambial activity stops in different years depending by the height of the disks sampled by the logs of the dead trees fallen down. The year of the death of the tree was established by dendrochronological analysis.

BIBLIOGRAFIA CITATA E DI RIFERIMENTO

AA.VV., 1985 – *Castelporziano I. Campagne di scavo e restauro 1984*. Ministero per i Beni Culturali e Ambientali, Soprintendenza Archeologica di Ostia, Ed. Viella. Roma.

AA.VV., 1998 – *Castelporziano II. Campagne di scavo e restauro 1987-199*. Ministero per i Beni Culturali e Ambientali, Soprintendenza Archeologica di Ostia, Ed. Viella. Roma.

Baldo M., 2009 – *Il deperimento della farnia in boschi planiziali. Stato ectomicorrizico e possibilità di controllo*. Tesi di dottorato in Territorio, Ambiente Risorse e Salute, Università di Padova, pp. 176.

Bertoni R., 2012 – *La rete italiana per la ricerca ecologica a lungo termine (LTER Italia)*. Aracne: Rome, pp. 95-98.

Bucci M., 2006 – *Stato delle risorse idriche. Il Sistema Ambientale della Tenuta Presidenziale di Castelporziano. Ricerche sulla complessità di un ecosistema forestale costiero mediterraneo*. Accademia Nazionale delle Scienze, Scritti e Documenti, XXXVII, Seconda Serie, 1: 327-388.

Dreyer E., Aussenac G., eds., 1996 – *Ecology and physiology of oaks in a changing environment*. Ann. Sci. For., Special Issue. 53: 161-800.

Giordano E., Capitoni B., Eberle A., Maffei L., Muscanti A., Recanatesi F., Torri V., 2006 – *Proposta per il Piano di Gestione della Tenuta Presidenziale di Castelporziano. Territorio di Castelporziano*. In: Il sistema ambientale della Tenuta Presidenziale di Castelporziano. Ricerche sulla complessità di un ecosistema forestale costiero mediterraneo. Scritti e Documenti XXXVII. Vol. III. Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL: 1301-1416.

Jakucs P., 1985 – *Ecology of an Oak Forest in Hungary*. Budapest: Akadémiai Kiado.

Johnson S.E., Abrams M.D., 2009 – *Basal area increment trends across age classes for two long-lived tree species in the eastern US*. TRACE, 7: 127-134.

Librandi I., 2008 – *Indagini sugli endofiti fungini, patogeni e non, riscontrati su Quercus spp. e sulle reciproche relazioni antagonistiche*.

Romagnoli M., Codipietro G., 1996 – *Pointer years and growth in Turkey oak (Quercus cerris L.) in Latium. Dendroclimatic approach*. Annales des Sciences Forestieres, 53: 671-684.
<http://dx.doi.org/10.1051/forest:19960245>

Romagnoli M., Bernabei M., 1997 – *Analisi dendrochronologica preliminare nella Tenuta presidenziale di Castelporziano (Roma)*. Linea Ecologica, XXIX (4): 50-59.

Mészáros J., 1991 – *Comparative study of healthy and declining sessile oak trees*. GSF-Bericht Neuherberg b. München 24: 511.

Paoletti E., eds. 1998 – *Stress factor and air pollution*.
Chemosphere, Special Issues. 36: 625-1166.
Scarascia Mugnozza G.T., 2006 – *Prologo e Compendio*, In: AA.VV., Il sistema ambientale della Tenuta Presidenziale di Castelporziano. Ricerche sulla complessità di un ecosistema forestale costiero mediterraneo I. In: Il sistema ambientale della Tenuta Presidenziale di Castelporziano. Ricerche sulla complessità di un ecosistema forestale costiero mediterraneo . Vol. I. Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL: 15-60
Scarascia Mugnozza, G.T., 2001 – *Il Sistema Ambientale della Tenuta Presidenziale di Castelporziano*. Accademia Nazionale delle Scienze detta dei Quaranta,

Scritti e Documenti. XXVI, Roma.
Schweingruber F.H., 1996 – *Tree rings and environment: dendroecology*. Paul Haupt AG Bern.
Tulik M., 2014 – *The anatomical traits of trunk wood and their relevance to oak (Quercus robur L.) vitality*. European Journal of Forest Research, pp. 1-11.
<http://dx.doi.org/10.1007/s10342-014-0801-y>

SITOGRAFIA

<http://www.quirinale.it/qnrw/statico/residenze/castelporziano/castelporziano-a.htm>

LA TECNICA XPS: UN SUPPORTO ALLE ANALISI DELLE SUPERFICI LEGNOSE. IL CASO DEL LEGNO DI CERRO SOTTOPOSTO A RAGGI UV-C

Paola Cetera¹, Teresa Lovaglio¹, Luigi Todaro¹

¹Scuola di Scienze Agrarie, Forestali, Alimentari ed Ambientali, Università degli Studi della Basilicata, Potenza (Italia); luigi.todaro@unibas.it

L'analisi XPS (*X-ray Photoelectron Spectroscopy*) unitamente ad altre tecniche di spettroscopia, come l'IR a trasformata di Fourier (FTIR), consente di verificare il cambiamento nella composizione chimica dei campioni in esame. In particolare, la spettroscopia fotoelettronica a raggi X permette di sondare la superficie dei materiali, comprendere le modifiche chimiche su di essa avvenute, individuare gli elementi chimici che la compongono e, inoltre, il loro stato di ossidazione. Il trattamento con raggi UV è uno dei metodi utilizzato per riprodurre in laboratorio gli effetti di lungo termine che si hanno sulla superficie del materiale legnoso a seguito dell'esposizione solare. Lo scopo di questo studio è stato quello di produrre artificialmente, con l'ausilio di una lampada UV-C, gli effetti che le radiazioni UV hanno sul legno di cerro (*Quercus cerris* L.) e di valutare gli eventuali cambiamenti a livello chimico con l'uso della tecnica XPS. L'analisi dei risultati indica che la radiazione UV-C causa cambiamenti irreversibili nella composizione chimica dei campioni legnosi attraverso fenomeni di foto-ossidazione e foto-degradazione.

Parole chiave: legno, XPS, analisi di superficie, composizione chimica, degradazione.

Keywords: wood, XPS, surface analysis, chemical composition, degradation.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-pc-tec>

1. Introduzione

La composizione chimica del legno è caratterizzata in prevalenza da Carbonio (50%), Idrogeno (6%), Ossigeno (42%) cui si aggiunge un 2% di Azoto e altri minerali (Vidrich, 1988). È costituito da tre principali biopolimeri: lignina, cellulosa ed emicellulosa. Questi non sono gli unici elementi presenti ma vi sono altri polimeri secondari come ad esempio i tannini, i terpeni, i flavonoidi, le cere e i grassi. È, dunque, un materiale organico suscettibile alle condizioni ambientali (Myer, 2005) poiché formato da differenti prodotti chimici.

Il legno subisce nel tempo un processo d'invecchiamento dovuto all'esposizione alla luce e agli agenti atmosferici. Tale fenomeno potrebbe essere particolarmente incisivo in futuro se si considera il rischio che radiazioni sempre più pericolose, come quelle ultraviolette (UV), possano giungere sulla terra.

La gran parte dei raggi UV che raggiunge la superficie terrestre è costituita da UV-A e in piccola parte UV-B, mentre gli UV-C, particolarmente dannosi, sono assorbiti dall'ossigeno e dall'ozono della stratosfera, sebbene alcuni fenomeni in controtendenza siano stati osservati in Australia. I livelli di UV aumentano con l'altitudine (ogni 1000 m di altezza i livelli di UV crescono del 10-12%), con l'altezza del Sole (specialmente verso mezzogiorno nei mesi estivi), mentre diminuiscono con la latitudine e la nuvolosità.

La radiazione UV, oltre ad essere captata dallo strato di ozono presente in atmosfera, è in parte riflessa dalla neve

(circa l'80%), dalla sabbia (circa il 15%) e dalla schiuma del mare (circa il 25%). Nonostante i raggi UV siano mitigati da vari fattori ambientali, rimane comunque la loro capacità di penetrazione e i potenziali danni che queste radiazioni possono provocare sulle superfici legnose esposte all'esterno.

In generale, la radiazione ultravioletta (UV) è una radiazione elettromagnetica con una lunghezza d'onda inferiore alla zona del visibile ed immediatamente superiore a quella dei raggi X. Secondo lo Standard ISO (ISO-21348) la gamma delle lunghezze d'onda UV viene suddivisa in tre bande:

1. UV-A (400-315 nm);
2. UV-B (315-280 nm);
3. UV-C (280-100 nm).

L'energia associata alle onde elettromagnetiche nella regione dell'UV, in particolare quella dei fotoni della radiazione UV-C, è sufficientemente forte da rompere parte dei legami chimici presenti nei costituenti del legno (Pandey, 2005).

Per studiare gli effetti provocati dalla radiazione UV sulla superficie del materiale legnoso, è necessario ricorrere ad un'indagine di analisi di superficie che permette di raccogliere informazioni chimiche di tipo qualitativo e quantitativo. Le principali tecniche di analisi superficiali, utili per verificare le modifiche chimico-fisiche della superficie legnosa sono riportate in Tabella 1.

Tra queste, quella che appare più idonea nella valutazione dei cambiamenti chimici, come i fenomeni di ossida-

zione che subisce la superficie esposta alle radiazioni, è la tecnica denominata XPS (*X-ray Photoelectron Spectroscopy*) (Nguila Inari *et al.*, 2006).

La spettroscopia fotoelettronica a raggi X, nota anche con l'acronimo ESCA (*Electron Spectroscopy for Chemical Analysis*), è una tecnica che permette di ricavare informazioni chimiche relative ai primi strati superficiali (da 1 a 10 nanometri). Con tale tecnica si ricavano informazioni sugli elementi chimici presenti (analisi qualitativa), lo stato chimico di tali elementi (analisi di speciazione) e le loro percentuali relative (analisi quantitativa). La spettroscopia fotoelettronica a raggi X si basa sull'effetto fotoelettrico introdotto da Einstein e in seguito sviluppata da Siegbahn (premio Nobel per la fisica nel 1981).

Irradiando una superficie di un materiale con raggi X con energia pari a $E = hv$, si ha emissione degli elettroni dei livelli energetici più interni.

h indica la costante di Plank;

ν la frequenza della radiazione nella regione dei raggi-X (fra 200 e 2000 eV).

Gli elettroni degli atomi del campione si trovano su orbitali caratterizzati da una determinata energia di legame (BE). Misurando l'energia cinetica (KE) degli elettroni fotoemessi si può determinare la BE, mediante la seguente formula:

$$KE = hv - BE$$

I fotoelettroni emessi possono subire una serie di urti anelastici con gli atomi e le molecole del campione perdendo energia tale da non poter fuoriuscire da esso. Solo gli elettroni provenienti dagli strati superficiali del materiale possono essere emessi dal campione senza perdite significative di KE (energia cinetica dei fotoelettroni). È per questo motivo che tale tecnica è considerata di superficie. Gli elettroni una volta raccolti e analizzati daranno luogo ai picchi fotoelettronici caratteristici di ogni elemento e del suo intorno chimico. Le analisi XPS assumono particolare rilevanza nello studio dei processi di foto-ossidazione di superfici che si vengono a creare a seguito dell'irraggiamento artificiale in processi sperimentali d'invecchiamento. La degradazione subita dal legno, a seguito dell'irraggiamento, ha ripercussioni a livello chimico-fisico con conseguenti variazioni di colore che, in alcune specie legnose, si notano a occhio nudo solo dopo poche ore di irraggiamento (Tolvaj e Mitsui, 2005). Il colore e la sua stabilità nel tempo sono caratteristiche importanti dell'estetica dei prodotti lignei (Andrady *et al.*, 1998). Da un punto di vista scientifico può essere importante comprendere cosa accade a livello chimico sugli strati superficiali del legno sottoposto a diverse radiazioni luminose. La stessa tecnica può essere utile per studiare le degradazioni avvenute nel tempo su manufatti lignei d'interesse storico-archeologico. Queste analisi scientifiche fide potrebbero essere di aiuto per eventuali operazioni di restauro.

Il presente lavoro utilizza la tecnica XPS per determinare gli effetti delle lampade UV-C su superfici legnose di una specie molto presente sul territorio italiano ma ancora poco utilizzata nel settore industriale: il cerro

(*Quercus cerris* L.). Negli ultimi anni, gli studi condotti sul legno di cerro tendenti alla modifica di alcune caratteristiche fisico-chimiche mediante termo-trattamenti (Todaro *et al.*, 2012; Ferrari *et al.*, 2013), non considerano gli effetti degradativi provocati da invecchiamento artificiale, in particolare quelli introdotti da lampade UV-C. L'obiettivo del presente lavoro è verificare con la tecnica XPS le eventuali degradazioni chimiche derivanti da trattamenti prolungati di radiazioni UV-C.

2. Materiali e metodi

Il caso di studio ha riguardato le modifiche avvenute a carico delle superfici legnose di cerro sottoposte a radiazioni UV-C. Maggiori dettagli sul materiale e sull'analisi condotte sono reperibili su recenti articoli (Todaro *et al.*, 2012; Todaro *et al.*, 2014)

I campioni di legno, opportunamente preparati, avevano le seguenti misure: 50 mm di larghezza, 7 mm di spessore e 180 mm di lunghezza.

2.1 Raggi e camera UV-C

L'irradiazione UV-C è stata condotta in condizioni controllate (20°C e 65% di RH) usando una camera di irradiazione (1×0.52×0.68 m) rivestita con alluminio ed equipaggiata di una lampada UV-C (modello Helios Italquarz G15T8, 15W, 3.8 Jm², posta a 1 m di distanza dal campione).

I campioni di legno sono stati irradiati per un totale di 13940 minuti.

2.2 Spettroscopia fotoelettronica a Raggi X

Gli spettri XPS relativi alle due tipologie di campioni sono stati acquisiti con un Leybold LH X1 (Germania), uno strumento che impiega una sorgente doppia acromatica Mg K α (1253.6 eV) e Al K α (1486.6 eV). Lo spettro Wide e le dettagliate sono stati registrati utilizzando la modalità di operazione FAT (*Fixed Analyzer Transmission*). I campioni da sottoporre ad analisi XPS sono stati tagliati a formare dei sub campioni aventi dimensioni di 10x7x5 mm. Questi sono stati posti su del nastro biadesivo di rame e su un portacampione in acciaio. I campioni sono stati poi introdotti all'interno della precamera dello strumento mediante un nastro trasportatore. Il passaggio dalla precamera alla camera di analisi è stato graduale, in quanto i campioni in esame sono passati da una pressione maggiore (10⁻³ mbar) ad una minore (10⁻⁸ mbar). I campioni all'interno della camera di analisi sono stati quindi bombardati dai raggi X, provocando il processo di fotoemissione.

3. Risultati e discussioni

L'esposizione alla radiazione UV-C ha portato, innanzitutto, a una variazione di colore. Maggiori dettagli sono reperibili in un articolo recentemente pubblicato di Todaro *et al.* (2014).

Per quanto riguarda le analisi XPS si sono notate delle differenze tra i risultati ottenuti dall'analisi del campione controllo e quelli ottenuti analizzando il campione sottoposto a radiazione UV-C.

In Tabella 2 si può osservare che, rispetto ai dati ottenuti sul campione controllo, quello sottoposto a trattamento UV-C ha mostrato:

- Una composizione percentuale di carbonio inferiore rispetto al controllo; si nota, infatti, una diminuzione del 10.5%.
- Un incremento del rapporto ossigeno/carbonio (O/C). Il rapporto è passato da 0.34 a 0.48. Probabilmente ciò è dovuto a una scissione dei legami insaturi e a reazioni dei radicali liberi dell'ossigeno promosse dalla radiazione UV. Si è quindi riscontrato un generale incremento del carbonio ossidato. I dati ottenuti con tale lavoro vanno in contrasto con ciò che è stato osservato in studi condotti sul legno termotreatato (Nguila Inari et al., 2006; Todaro et al., 2014). In questi casi si è ottenuto un aumento della percentuale di carbonio rispetto al controllo e una diminuzione del rapporto O/C. Questi fenomeni sono dovuti, probabilmente, ha un'importante degradazione del campione dovuta a reazioni di deidratazione dei polimeri e a perdita di composti volatili inizialmente presenti nel legno. Questi risultati contrastanti indicano che differenti trattamenti (termici o irraggiamenti UV) degradano il campione di legno in diversi modi avvantaggiando alcune reazioni chimiche rispetto ad altre (Todaro et al., 2014).

4. Conclusioni

La spettroscopia XPS è una tecnica non distruttiva che permette di analizzare campioni solidi fornendo le seguenti informazioni:

- Composizione chimica delle superfici.
 - Composizioni in termini percentuali degli elementi chimici.
 - Speciazione, ossia lo stato di ossidazione degli elementi e quindi lo stato chimico ed elettronico di ciascun elemento costituente la superficie.
- L'analisi XPS presenta, però, molteplici limiti dovuti alla strumentazione utilizzata e ai fenomeni fisici coinvolti. Il campione, inoltre, può subire degradazione durante l'analisi, ciò è legato alla sensibilità del materiale e alla lunghezza d'onda della sorgente utilizzata. Si riscontra una degradazione maggiore in alcuni polimeri e in vari composti organici. Di contro, i risultati ottenuti tramite XPS sono in buon accordo con quelli ottenuti con altri metodi spettroscopici e ciò indica l'applicabilità e la complementarità di tal metodo che potrebbe essere usato come valido supporto alle varie tematiche afferenti alla Tecnologia del Legno (degradazione dei film plastici e dei supporti lignei di interesse storico, ecc.).

Ringraziamenti

Si ringrazia la Prof.ssa A.M. Salvi, il Prof. M. D'Auria, il Prof. A. Scopa e il dott. F. Langerame per il supporto scientifico e tecnico.

Tabella 1. Tecniche di analisi di superficie.
 Table 1. Surface analysis techniques.

<i>Tecnica</i>	<i>Descrizione</i>	<i>Risultati</i>
ESCA o XPS "X-ray Photoelectron Spectroscopy"	La superficie di un materiale viene colpita da un fascio luminoso, questo viene assorbito e cede la propria energia agli elettroni del materiale stesso. Se l'energia fornita è sufficiente, gli elettroni vengono fotoemessi, cioè riescono ad uscire dalla superficie costituendo una corrente che può essere misurata.	<ul style="list-style-type: none"> - Determinazione qualitativa e quantitativa della composizione chimica elementare della superficie del campione - Determinazione dell'intorno chimico e quindi analisi dello stato di ossidazione dei composti presenti
Raman "Raman Spectroscopy"	La spettroscopia Raman è lo studio dello <i>scattering</i> (diffusione) anelastico della luce, inseguito all'interazione tra la radiazione incidente e il campione. Il campione è colpito da una radiazione monocromatica, una parte può essere assorbita, una parte può essere riflessa o trasmessa dal materiale e un'ultima porzione può essere diffusa in tutte le direzioni. L'effetto Raman si basa sul fatto che una piccola frazione della radiazione diffusa può avere frequenza diversa da quella incidente e tale differenza può essere correlata con la struttura chimica delle molecole responsabili della diffusione.	<ul style="list-style-type: none"> - Misura delle frequenze di vibrazione della molecola - Informazioni su: composizione molecolare, legami, ambiente chimico, fase e struttura cristallina dei campioni in esame - Analisi dei materiali in più forme

(Segue Tabella 1)
 (Table 1 Continued)

FTIR “Fourier Transform Infrared Spectroscopy”	La spettroscopia IR è una tecnica analitica che si basa sull’interazione fra una radiazione elettromagnetica e la materia. È una spettroscopia di vibrazione, infatti quando una molecola viene investita da una radiazione infrarossa la cui frequenza sia compresa fra 10000 e 100 cm ⁻¹ , l’energia ceduta dalla radiazione stessa viene convertita in energia vibrazionale.	<ul style="list-style-type: none"> - Determinazione qualitativa e quantitativa di composti organici ed inorganici - Analisi di gruppi funzionali presenti nelle varie molecole - Identificazione di composti sia in forma cristallina e in forma amorfa
AFM “Atomic Force Microscopy”	Il microscopio a forza atomica è un microscopio a scansione di sonda (SPM, Scanning Probe Microscope). La topografia e la morfologia del campione si ottiene sulla base dell’interazione tra il campione e una sonda. La sonda è costituita da una punta, montata su una microleva; durante la scansione, le forze di interazione tra la punta e il campione vengono monitorate mediante la deflessione della leva.	<ul style="list-style-type: none"> - Valutazione della topografia e morfologia di materiali anche nanorugosi
SEM “Scanning Electron Microscopy”	Il microscopio elettronico a scansione sfrutta l’interazione tra un fascio collimato di elettroni e il campione. Il fascio di elettroni (fascio primario) è prodotto da un filamento metallico portato ad alta temperatura. Gli elettroni vengono accelerati da una differenza di potenziale e attraversano un sistema di lenti elettromagnetiche che focalizzano il fascio e colpiscono il campione scansionando tutta la superficie. Ogni punto del campione colpito dal fascio elettronico emetterà una serie di segnali che verranno raccolti, convertiti in segnali elettrici e amplificati, trasformati in pixel ed elaborati da un computer che permette la visualizzazione delle immagini.	<ul style="list-style-type: none"> - Valutazione della topografia e morfologia di materiali con un potere risolutivo fino a 1µm

Tabella 2. Parametri spettrali XPS. Composizione % di O, C, N; rapporti O/C e N/C sulla superficie del legno di Cerro prima e dopo il trattamento.

Table 2. XPS spectral parameters. O, C, N % compositions; O/C and N/C ratios on the Turkey oak wood surface before and after treatment.

<i>Trattamento</i>	<i>O (%)</i>	<i>C (%)</i>	<i>N (%)</i>	<i>O/C</i>	<i>N/C</i>
Controllo	24.9	73.4	1.7	0.34	0.02
Controllo+ UV-C	31.7	65.7	2.6	0.48	0.03

SUMMARY

The XPS technique: a support for analysing the wood surface. A case study of the Turkey oak wood after UV-C irradiation

The XPS analysis (X-ray Photoelectron Spectroscopy), supported by other techniques such as Fourier transform IR (FTIR), allows to identify changes in the chemical composition of samples. In particular, the analysis of the material surface throughout the XPS, aims to understand the chemical modifications occurred,

to identify the chemical elements that compose it and, moreover, their oxidation state.

The artificially UV treatment enables to replicate the long term effect on the wood surface after sun exposure. In the laboratory, by using a UV-C lamp, the chemical changes induced by UV radiations on the Turkey oak wood (*Quercus cerris* L.) were investigated with XPS analysis.

A detailed analysis of the results indicates that the UV-C treatment caused irreversible changes in both chemical composition of the wood samples via photo-oxidation and photo-degradation processes.

BIBLIOGRAFIA

- Andrady A.L., Hamid S.H., Hu X., Torikai A., 1998 – *Effects of increased solar ultraviolet radiatio on materials*. Journal of photochemistry and photobiology, 46 (1-3): 96-103.
- Ferrari S., Allegretti O., Cuccui I., Moretti N., Todaro L., 2013 – *A revaluation of Turkey oak wood (Quercus cerris L.) through Combinated steaming and thermo-vacuum treatments*. BioResources, 8 (4): 5051-5066. <http://dx.doi.org/10.15376/biores.8.4.5051-5066>
- Myer K., 2005 – *Handbook of Environmental Degradation of Materials*. Norwich, NY: William Andrew Publishing.
- Nguila Inari G., Petrissans M., Lambert J., Ehrhardt J.J., Gérardin P., 2006 – *XPS Characterization of wood chemical composition after heat-treatment*. Surface and Interface Analysis, 38: 1336-1342. <http://dx.doi.org/10.1002/sia.2455>
- Pandey K.K., 2005 – *Study of the effects of photo-irradiation on the surface chemistry of wood*. Polymer Degradation and Stability, 90 (1): 9-20. <http://dx.doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2005.02.009>
- Todaro L., D'Auria M., Langerame F., Salvi A.M., Scopa A., 2014 – *Surface characterization of untreated nd hydro-thermally pre-treated Turkey oak wood after UV-C irradiation*. Surface and Interface Analysis. <http://dx.doi.org/10.1002/sia.5689>.
- Todaro L., Zanuttini R., Scopa A., Moretti N., 2012 – *Influence of combined hydro-thermal treatments on selected properties of Turkey oak (Quercus cerris L.) wood*. Wood Science and Technology, 46 (1-3): 563-578.
- Tolvaj L., Mitsui K., 2005 – *Light source dependence of the photodegradation of wood*. Journal of Wood Science, 51: 468-473.
- Vidrich V., 1988 – *Il legno e i suoi impieghi chimici*. Bologna, Edagricole.

LA TECNOLOGIA DEL LEGNO: ESPERIENZE DIDATTICHE DALLA SCUOLA PRIMARIA ALL'UNIVERSITÀ

Tiziana Urso¹, Alan Crivellaro¹

¹Dipartimento TESAF, Università di Padova, Legnaro (PD); tiziana.urso@unipd.it

Per promuovere la conoscenza e la cultura del legno fin dalla scuola primaria e secondaria abbiamo ideato alcune esperienze pratiche proporzionate all'età degli studenti, con l'obiettivo di fornire informazioni semplici ma scientificamente esatte. Tali attività hanno interessato sia gli aspetti botanici che tecnologici e applicativi del legno.

Le attività didattiche sono state proposte ad alcune classi di una scuola primaria di Vittorio Veneto (TV), e a due classi quarte di una scuola primaria di Padova. Gli studenti della scuola secondaria sono stati invece raggiunti attraverso le edizioni dal 2008 al 2013 della mostra scientifica interattiva "Sperimentando", a Padova.

In ambito universitario sono state messe a punto alcune specifiche procedure e apparecchiature per poter svolgere in aula le esercitazioni per il corso di Tecnologia del legno. La difficoltà nello svolgimento di questa tipologia di esercitazioni risiede soprattutto nella necessità di particolari attrezzature e nella lunghezza dei tempi tecnici. È stata messa a punto una procedura che riduce a circa 60 minuti il tempo di essiccazione di provini per la determinazione dell'umidità, utilizzando il forno a microonde. Per la determinazione della resistenza meccanica a flessione è stata approntata una piccola apparecchiatura che utilizza l'acqua come carico ed un comparatore centesimale per la lettura delle deformazioni.

Parole chiave: didattica, tecnologia del legno, formazione.

Keywords: learning activities, wood technology, training.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-tu-tec>

1. Introduzione

Da diversi anni negli Stati Uniti sono attivi programmi sistematici e organizzati di diffusione della cultura forestale e del legno dedicati agli scolari della scuola primaria. Questi programmi presero inizio da un fatto casuale, l'osservazione di una bambina durante la visita di una scolarella presso i laboratori della FWRC (Forest Products Research Centre, Mississippi State University) circa i danni che l'industria del legno produce all'ambiente in quanto "taglia gli alberi" (Garrard *et al.*, 1999). Da questo episodio originò un'interessante iniziativa: mostrare l'importanza del legno e derivati ai bambini delle scuole primarie, far capire che il legno è un materiale rinnovabile, riciclabile, biodegradabile ma allo stesso tempo durevole, che le industrie del legno non rovinano l'ambiente, con lo scopo finale di fare chiarezza nella generale percezione negativa che circonda l'uso delle risorse forestali negli Stati Uniti, e di cominciare a formare le persone che dovranno utilizzare gli alberi che vengono piantati ora, supplendo alle carenze dei programmi scolastici.

L'iniziativa ebbe un tale successo che la Mississippi State University e aziende private del settore finanziarono uno specifico programma, il *Wood Magic*, che si dotò di una classe mobile per soddisfare tutte le richieste delle scuole.

Dopo questa esperienza, altre università americane, tra le

quali la Virginia Polytechnic Institute and State University e la Oregon State University, hanno promosso progetti nell'ambito della scienza del legno, delle scienze forestali e dell'utilizzazione delle risorse naturali, destinati a bambini di 8-9 anni, che riflettono i bisogni specifici del loro territorio (Lockee *et al.*, 2003). In Italia, nonostante l'importanza economica dell'industria del legno soprattutto in alcune regioni, tra le quali il Triveneto, non c'è una conoscenza adeguata del materiale, né le scuole investono nella formazione del settore. Nella programmazione didattica delle scuole primarie e secondarie, qualora non specificatamente indirizzate alla materia, si è osservato infatti una generale mancanza di informazione anche degli aspetti più banali inerenti il legno come materiale, dovuta senza dubbio alla specificità del tema e all'ampiezza dei programmi scolastici. Tale disinformazione è confermata anche dagli errori che talvolta si riscontrano nel materiale didattico per la scuola. Tuttavia nei programmi ministeriali della scuola dell'obbligo è prevista la specifica trattazione di argomenti legati al mondo della produzione della circostante realtà (D.P.R. 12 febbraio 1985, n. 104).

Si è sviluppato così un progetto finalizzato alla individuazione di semplici attività didattiche mirate alla conoscenza e alla cultura del legno, iniziando a far conoscere il materiale legno in alcuni suoi aspetti fin dalla scuola primaria. Tali attività sono state presentate

nel corso di alcune lezioni/esercitazioni in due scuole primarie, e in più edizioni della mostra scientifica interattiva “Sperimentando”, che si tiene ogni anno a Padova, diretta ai ragazzi della scuola primaria e secondaria. Il *learning by doing* è un sistema didattico ottimo anche per la didattica universitaria, tanto che le esercitazioni pratiche rivestono sempre una buona percentuale dei crediti formativi offerti. Similmente quindi si sono volute studiare le metodiche per alcune attività di laboratorio da poter svolgere in un’aula universitaria, in grado di superare le difficoltà pratiche legate alla necessità di apparecchiature specifiche non disponibili in aula e di tempi tecnici superiori alle ore a disposizione.

2. L’insegnamento nella scuola

Nella scuola primaria e secondaria l’insegnamento della botanica è impartito con informazioni via via più approfondite sull’anatomia e fisiologia vegetale. Il legno viene trattato sia nel programma di scienze naturali, trattando la struttura e la fisiologia delle piante, sia nel programma di tecnologia, dove viene invece considerato come materia prima. Nei diversi ordini scolastici la complessità e la precisione con cui viene trattata la materia è crescente. Si parla di legno però solo dal punto di vista fisiologico, approfondendo la funzione di trasporto dell’acqua. La terminologia utilizzata non è sempre corretta, e diversi aspetti non vengono presi in considerazione. Nella nostra esperienza si è appurato che gli stessi insegnanti non hanno sempre una preparazione di base adeguata sull’argomento, e i testi utilizzati sono spesso imprecisi.

Un esempio dell’imprecisione che si riscontra nel materiale didattico per la scuola è riportato in Fig. 1, che mostra il particolare di un plastico scientifico degli anni ‘70, nel quale è schematizzata la sezione di “fusto di dicotiledone”. In esso si possono notare diversi errori e imprecisioni, per quanto riguarda il legno:

- gli anelli apparentemente sono a porosità anulare, tuttavia sono segnati solo i vasi primaticci e mancano completamente i vasi del legno tardivo;
- pur avendo solo tre anelli di accrescimento (anni), i vasi primaticci presentano le tille in ogni anello: in una situazione di questo tipo, il trasporto sarebbe impossibile;
- non sono presenti vasi tardivi: le cellule del legno tardivo appaiono essere tutte fibre. In realtà, la schematizzazione richiama un legno omoxilo, nel quale però i vasi primaticci sarebbero totalmente fuori luogo;
- gli anelli appaiono più scuri nella zona primaticcia, e più chiari nella zona tardiva, nella realtà normalmente è il contrario;
- il primo anello, quello più centrale, viene indicato come “legno di 1 anno”, mentre quello più esterno come “legno di 3 anni”: in realtà l’anello più centrale ha 3 anni, quello periferico 1 solo anno, essendo stato prodotto per ultimo.

Un problema che può rendere difficile per gli insegnanti l’esecuzione di attività collegate al legno è la difficoltà a reperire materiale adeguato: legni di specie diverse, campioni di alburno e durame, e così via. Per

la scuola primaria è stato così studiato il progetto “Portiamo il legno nella scuola” che ha individuato quegli aspetti del legno e derivati che potevano essere spiegati con attività pratiche, semplici, proporzionate all’età dei ragazzi, senza richiedere manualità eccessiva o attrezzature complicate, con materiale di semplice reperibilità; divertenti, brevi, non pericolose, in modo da essere svolte dai ragazzi senza interventi degli adulti. Il progetto si è sviluppato in un percorso intuitivo diviso in due parti, una collegata all’aspetto botanico del materiale, l’altra a quello più tecnologico. Le esperienze proposte potevano essere svolte anche separatamente, in quanto indipendenti fra loro: in questo modo il docente della scuola poteva individuare quella o quelle più rispondenti ai propri obiettivi didattici.

Complementare al progetto è stata la produzione di materiale didattico per il docente che è stato messo così in grado di affrontare il tema del legno anche nell’ambito delle proprie attività curricolari. Le attività didattiche per la scuola primaria hanno interessato nel 2006 le classi terze, quarte e quinte di una scuola primaria di Vittorio Veneto (TV) (Urso e Coan, 2008), e nel 2012 due classi quarte di una scuola di Padova.

Gli studenti della scuola secondaria sono stati invece raggiunti attraverso le edizioni svoltesi dal 2008 al 2013 della mostra scientifica interattiva “Sperimentando”, manifestazione curata dall’Associazione per l’Insegnamento della Fisica, che si avvale della consulenza scientifica e della collaborazione del personale di enti scientifici e di enti locali, che si tiene a Padova sin dai primi anni 2000.

Di seguito si riportano alcune attività didattiche proposte nella scuola primaria e nel corso di Sperimentando.

1) *Conosciamo l’albero dal suo legno*: nel legno si trova scritta la storia dell’albero. Partendo da questo assunto sono state presentate più attività identificate da una domanda specifica: quanti anni ha? Come sta? Come si chiama? Si è lavorato su rotelle levigate di conifere e latifoglie. Gli studenti hanno potuto vedere la successione degli strati interni di un fusto, e la differenza tra gli anelli delle conifere e delle latifoglie, dopo aver capito in cosa consiste un anello di accrescimento. Hanno contato e misurato l’ampiezza degli anelli, messo in grafico le misure effettuate, e determinato l’età della pianta. Hanno potuto così riflettere sul tasso di accrescimento dell’albero e sulle variazioni di ampiezza degli anelli, che sono state messe in relazione con lo stato di salute della pianta. Sono state osservati e spiegati anche eventuali difetti presenti, come nodi e cicatrici. Per spiegare la modalità di riconoscimento macroscopico del legno è stata stilata una semplice chiave di identificazione, con 4 specie legnose, che è stata utilizzata per il riconoscimento di campioni prismati.

2) *Le bolle di sapone*: questa semplice esperienza ha permesso di dimostrare la funzione fisiologica del legno nella pianta in piedi, e di spiegare la differenza di funzionamento tra alburno e durame. Sono state utilizzate asticcioline in quercia, ricavate o dall’alburno, oppure dal durame: con l’alburno si riuscivano a fare le bolle di

sapone, con il durame no. Tralasciando l'inaspettato effetto di competizione tra chi aveva il campione di alborno e chi no, si è rivelata un'esperienza molto divertente e coinvolgente, oltre che efficace. (Fig. 2)

3) *Il panino e la torta di legno*: due semplici esperienze in ambito tecnologico, che hanno permesso di parlare di prodotti legnosi, facendo produrre ai ragazzini un pannello in particelle e un pannello multistrato, a partire da segatura, fogli in legno e colla vinilica.

4) *La caccia al tesoro*: sono stati allestiti dei cartelloni con le immagini di prodotti derivati dal legno, sia di quelli dove il legno è direttamente riconoscibile, sia di quelli più insospettabili. Le immagini hanno fornito il pretesto per organizzare una gara a chi riconosceva più derivati dal legno. Successivamente sono stati mostrati e illustrati anche i derivati nei quali il legno non era più riconoscibile.

3. L'insegnamento universitario

Solo a livello universitario la conoscenza del legno viene affrontata in modo completo, nei corsi di laurea in Scienze Forestali, e in alcuni corsi di laurea nell'ambito dei Beni Culturali, di Ingegneria e di Architettura. Il legno viene trattato in forma generica nei corsi di Botanica e Biologia, mentre viene approfondito sia negli aspetti anatomici che tecnologici negli insegnamenti di Xilologia e Tecnologia del legno. Le esercitazioni pratiche sono sempre necessarie per una didattica efficace, ma si scontrano con alcune difficoltà come la necessità di specifiche attrezzature, non sempre disponibili, e la lunghezza dei tempi tecnici per l'esecuzione di alcune procedure. Per ovviare ad alcuni di questi inconvenienti e per poter eseguire le esercitazioni in aula, abbiamo messo a punto alcune specifiche procedure e apparecchiature, che vengono proposte nell'insegnamento di Xilologia e Tecnologia del legno del corso in Scienze forestali ed ambientali di Padova (Urso e Crivellaro, 2008).

3.1 Studio delle relazioni legno-acqua

L'affinità del legno per l'acqua condiziona pesantemente le proprietà e gli impieghi del materiale (Skaar, 1988). Nello studio delle relazioni legno-acqua è necessario disidratare completamente il legno, per misurare le dimensioni ed il peso minimi che il campione assume allo stato anidro. La procedura standard per la disidratazione completa prevede l'utilizzo di una stufa termostatica ventilata alla temperatura di $103 \pm 2^\circ\text{C}$, secondo procedure previste da specifiche normative (EN 13183: 2003) che richiedono tempi tecnici nell'ordine delle decine di ore, incompatibili con la programmazione didattica.

Nel corso delle esercitazioni viene così adottata una procedura di essiccazione del legno che usa un comune forno a microonde di tipo domestico (Benvenuti e Cavalli, 1999), che porta a risultati affidabili in tempi congrui alla didattica.

Si utilizzano campioni di legno di faggio di $50 \times 50 \times 15$ mm (dimensione minima in direzione assiale), uno per studente. Dopo avere determinato il peso e il volume di ciascun campione, viene condotta l'essiccazione nel forno a microonde applicando cicli successivi di riscal-

damento a potenza 750W, di durata compresa tra i tre e i cinque minuti ciascuno.

Tra due cicli consecutivi i campioni sono posti a raffreddare in essiccatori contenenti gel di silice che assorbe il vapore emesso. Dopo ogni ciclo di raffreddamento il campione viene pesato, quindi nuovamente riscaldato. Tale procedura è ripetuta fino a quando due pesate successive indicano una differenza in peso nell'ordine del 5%. Il numero di cicli non è definito a priori, in quanto varia a seconda del contenuto d'acqua iniziale del campione, delle sue dimensioni e della specie legnosa.

Il tempo necessario per portare allo stato secco un campione di faggio delle dimensioni descritte è circa 90-100 minuti, compresi i tempi di raffreddamento fra un ciclo di essiccazione e l'altro. La procedura così velocizzata consente di poter eseguire nell'arco di due ore di lezione le determinazioni dell'umidità e dei ritiri dimensionali del legno.

La procedura qui proposta ha dei limiti tecnici dettati dall'esigenza di dover eseguire la prova in tempi brevi. In particolare è difficile riuscire a portare i campioni di legno allo stato completamente secco, ed è difficile riuscire a stabilire con esattezza quando interrompere il ciclo di essiccazione e considerare come peso anidro l'ultimo valore di peso determinato. Ne consegue che i valori dell'umidità e dei ritiri così determinati risultano approssimativi, ma comunque didatticamente efficaci.

I limiti della procedura, chiaramente sottolineati durante l'esercitazione, non compromettono l'efficacia didattica dell'esperienza in quanto coinvolge direttamente gli studenti per la misura del peso e delle dimensioni dei campioni e per la rappresentazione grafica dell'esperienza.

3.2 Studio delle proprietà meccaniche del legno

Lo studio delle proprietà e delle resistenze meccaniche del legno trova il suo completamento ideale nella possibilità di poter eseguire delle prove meccaniche sul materiale.

Le prove di tipo statico si contraddistinguono per la lentezza di esecuzione: la sollecitazione viene applicata al campione mediante un'apparecchiatura che si muove molto lentamente. Osservando su un grafico l'andamento delle deformazioni del provino in funzione dell'aumento del carico è possibile fare alcune considerazioni teoriche legate al carico massimo supportato dal provino, al suo modulo di elasticità e al suo comportamento nelle varie fasi della sollecitazione.

Con l'obiettivo di coinvolgere direttamente gli studenti nell'esecuzione di prove a flessione viene utilizzata in aula una semplice apparecchiatura appositamente studiata e costruita che permette di eseguire, in modo semplice e sicuro, prove di flessione statica su listelli di legno (Fig. 3). L'apparato che trasferisce il carico al provino è composto da un recipiente in plastica (A), una tavoletta di sostegno (B) e da un'asta in metallo (C). Questi elementi gravano direttamente sul provino. L'asta metallica scorre verticalmente, mantenuta in posizione ortogonale al provino da una guida. Il provino di legno (E) ha una sezione quadrata di 4 mm di lato e una lunghezza di 20 cm; poggia su due supporti (D) che hanno una distanza regolabile. Sotto al provino, in corrispondenza dell'asta

metallica verticale, poggia un comparatore centesimale (F) per la rilevazione delle deformazioni corrispondenti ad ogni aumento di carico.

La prova si svolge nelle seguenti fasi:

1. si misurano le dimensioni ed il peso del provino;
2. il provino viene posizionato sui supporti;
3. sotto al provino si posiziona il comparatore, e lo si azzera;
4. si pesa il complesso asta metallica-tavoletta recipiente. Il peso di questo insieme, una volta posizionato nella propria sede, costituisce il primo valore di carico applicato sul provino;
5. si legge sul comparatore la deformazione corrispondente a questo primo incremento di carico;
6. si versano circa 100 ml di acqua nel recipiente;
7. si legge sul comparatore la deformazione corrispondente;
8. ogni incremento di carico, corrispondente a circa 100 g di acqua, ma comunque calibrati in base all'andamento dell'esperienza, e ogni conseguente deformazione, vengono registrati in un apposito foglio elettronico, rappresentato in Fig. 4;
9. si procede fino alla rottura del provino.

Nel foglio di lavoro Excel vengono registrati le dimensioni del provino ed il suo peso (per il calcolo della massa volumica), le distanze fra gli appoggi, i valori di carico e deformazione nel punto elastico. Con questi dati è possibile determinare il modulo di elasticità e la resistenza a flessione del provino.

L'esecuzione della prova prevede la collaborazione fra quattro studenti: due addetti al "carico", il terzo alla lettura delle deformazioni e il quarto all'immissione dei dati sul foglio elettronico (Fig. 5).

Il foglio elettronico proiettato a parete consente di poter osservare il comportamento del legno in seguito ad ogni aumento di carico, verificando punto per punto, da parte di tutti gli studenti, l'andamento del grafico e potendo trarre da ciò tutte le considerazioni del caso.

Uno dei limiti dell'apparato è che la dimensione dei provini e la geometria di prova non rispondono agli standard suggeriti dalle normative per le prove su campioni di legno netto. Tuttavia la strumentazione assolve pienamente i suoi obiettivi didattici.

Da un punto di vista didattico permette infatti un confronto attendibile tra il comportamento di specie diverse, oppure fra campioni di una stessa specie legnosa con diverso contenuto di umidità. Inoltre coinvolge in prima persona gli studenti sia nell'esecuzione della prova che nella elaborazione dei dati.

4. Conclusioni

L'organizzazione di attività pratiche, a sostegno della trattazione teorica, si conferma efficace per la comprensione dei contenuti proposti a qualunque età. Le attività studiate per la tecnologia del legno stimolano interesse e curiosità sia negli studenti più giovani, che in quelli universitari, forse più difficili da coinvolgere. A livello universitario gli studenti dimostrano una migliore comprensione degli argomenti trattati, ed hanno espresso nel tempo particolare apprezzamento per le attività proposte attraverso le schede di valutazione del corso. È quindi possibile diffondere conoscenza sul materiale legno a tutti i livelli di formazione, la chiave per farlo è quella di proporre gli argomenti sia con semplici ma corrette spiegazioni teoriche, ma soprattutto con esperienze pratiche.



Figura 1. Particolare di un plastico scientifico degli anni '70, Collana Plastici Scientifici Edizioni Rico, Firenze.

Figure 1. Particular of a scientific plastic model from '70s, Collana Plastici Scientifici Edizioni Rico, Firenze.



Figura 2. Le bolle di sapone.
Figure 2. Soap bubbles.

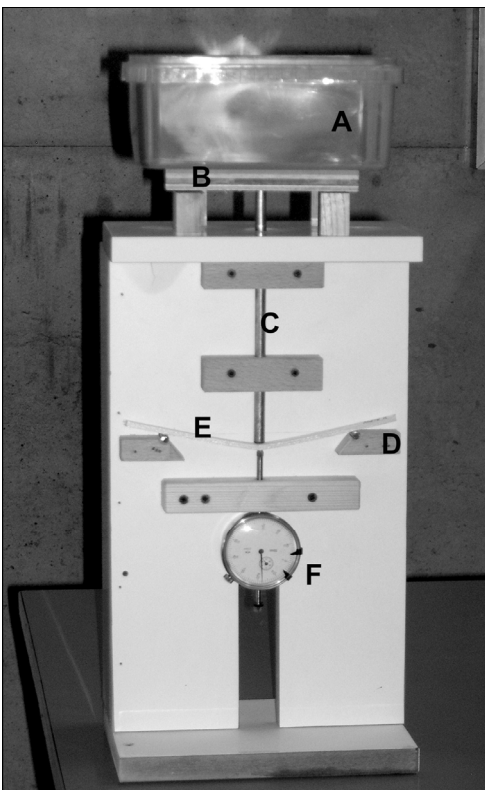


Figura 3. Apparato sperimentale per la prova a flessione. A: recipiente per l'acqua, B: tavoletta di sostegno, C: asta, D: supporti per il campione, E: provino in legno, F: comparatore centesimale.
Figure 3. The experimental apparatus for bending test. A: water container, B: tablet support, C: shaft, D: supports for the sample, E: wood sample, F: deflection gauge.

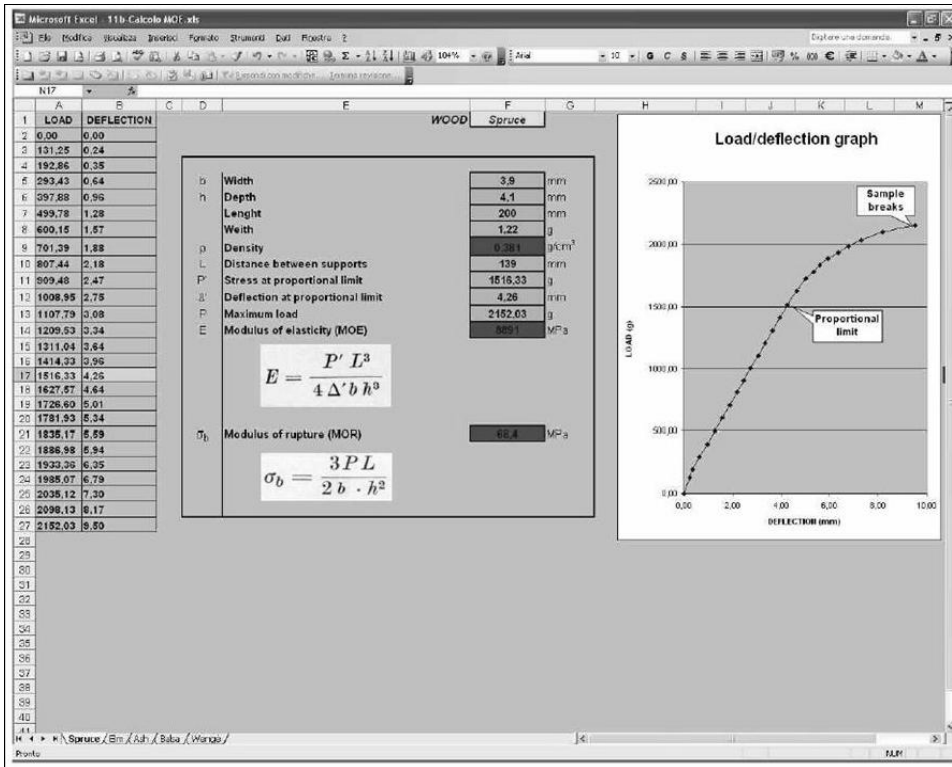


Figura 4. Foglio di lavoro elettronico che riporta i dati sperimentali: all'aumentare del carico durante la prova il programma aggiorna in tempo reale il grafico carico/deformazione. È inoltre possibile seguire direttamente la deformazione, il modulo elastico e il modulo di rottura.

Figure 4. Spreadsheet table reporting the experimental results: while the load increases during the test the diagram representing deformation as a function of applied load is updated by the program. It is therefore possible to directly follow deformations, Modulus of Elasticity and Modulus of Rupture variations.



Figura 5. La prova meccanica eseguita in aula.
 Figure 5. Mechanical test in the classroom.

SUMMARY

Wood technology: teaching experience from primary to university

To promote the knowledge and culture of the wood since the primary and secondary school levels we designed some learning activities calibrated on the actual age of the students.

Our goal has been to provide simple but scientifically accurate information through simple and engaging practical experiences. These activities concerned the wood as seen from both the botanical and the technological point of view.

The educational activities for primary school involved some classes of a primary school of Vittorio Veneto (TV), and two classes of a primary school of Padua. Secondary education students were instead reached through the 2008-2013 editions of the interactive science exhibition "Sperimentando" held in Padua. Even at the university level effective teaching of Wood Technology can be provided by practical exercises. The difficulty on this respect lies primarily in the need for large equipment and the length of time required. To overcome some of these problems and to be able to perform the exercises in the classroom, we have developed a number of specific procedures and equipment.

One of the procedures applied in the classroom includes the use of microwave to dry the specimens for the measurement of the shrinkage of the wood. Among the equipment a small testing machine that uses water as a

load and a dial gauge for reading the deformations has been developed.

BIBLIOGRAFIA CITATA E DI RIFERIMENTO

- Benvenuti L., Cavalli R., 1999 – *L'impiego del forno a microonde di tipo domestico per la determinazione rapida dell'umidità del legno*. Rivista di Ingegneria Agraria, 2: 117-122.
- DPR 12 febbraio 1985, n. 104 – *Approvazione dei nuovi programmi didattici per la scuola primaria*. Gazzetta Ufficiale n. 76, 29 marzo 1985.
- EN 13183-1:2002 – *Moisture content of a piece of sawn timber - Determination by oven dry method*.
- Garrard A.W., Barnes H.M., Seale R.D., Connors T.E., 1999 – *Wood Magic Science Fair*. Forest Products J., 49 (2): 10-15.
- Lockee B.B., Pugh C.E., Zink-Sharp A., 2003 – *Wood magic at a distance*. Forest Products J., 53 (9): 6-14.
- Montagner M., 2011 – *Evoluzione del settore del mobile nel Veneto nell'ultimo decennio*. Tesi di laurea in Ingegneria Gestionale, Università di Padova, AA 2011/2012 (relatore prof. A. Birolo).
- Skaar C., 1988 – *Wood-Water Relations*. Springer Series in Wood Science. Springer Verlag, Berlino.
- Urso T., Coan L., 2008 – *Draft bring the wood study in school*. In: ICERI 2008 Proceedings CD, Madrid, 17-19 novembre 2008, VALENCIA:IATED.
- Urso T., Crivellaro A., 2008 – *Experimental teaching in wood technology*. In: ICERI 2008 Proceedings CD. Madrid, 17-19 nov. 2008, VALENCIA:I-ATED.

LEGNI AFRICANI CHIARI COMMERCIALIZZATI IN ITALIA: DENOMINAZIONI COMMERCIALI E IDENTIFICAZIONE DELLA SPECIE LEGNOSA

Tiziana Urso¹, Paolo Piva¹, Alan Crivellaro¹

¹Dipartimento TESAF, Università di Padova, Legnaro (PD); tiziana.urso@unipd.it

I legnami di provenienza tropicale rivestono una notevole importanza commerciale nel mercato del legno in Italia. I legni delle specie legnose dell’Africa sub-sahariana sono, tra i legni tropicali, i più rappresentati. Molti di questi legni hanno un aspetto tra loro simile, categorizzabile in gruppi cromaticamente uniformi, uno di questi caratterizzato da un colore di base bianco-giallastro. L’identificazione della specie all’interno di ogni gruppo è spesso difficile da attuare, soprattutto a livello operativo, come richiesto dagli operatori commerciali di legnami.

La corretta identificazione della specie legnosa è importante a livello commerciale per soddisfare specifiche richieste dei committenti che scelgono un legno per sfruttarne al meglio le sue caratteristiche e proprietà. Inoltre, l’identificazione macroscopica del legno ha assunto recentemente una forte importanza anche nel contrasto del commercio illegale dei legnami. Tuttavia, la corretta assegnazione di un nome ai legni esotici è spesso molto condizionata dall’affidamento di diversi nomi locali e commerciali alla stessa specie legnosa. La normativa tecnica riguardante la nomenclatura dei legnami fornisce una base di riferimento per la corretta denominazione dei legnami tropicali commercializzati in Italia e consente di affidare in maniera univoca le specie legnose.

Sommando la difficoltà nella distinzione speditiva dei legni di aspetto simile con la varietà di nomi commerciali che sono assegnati a una singola specie, ci siamo chiesti quale sia la reale corrispondenza tra nome commerciale e specie legnosa nei legni africani chiari commercializzati in Italia. Per raggiungere quest’obiettivo è stata condotta un’indagine commerciale su un campione di 250 aziende di commercio e lavorazione di legnami tropicali e tranciati operanti sul territorio nazionale. A ogni azienda sono stati richiesti dei campioni di legni africani chiari con l’indicazione del nome comunemente applicato nel commercio di quel legno. L’identificazione anatomica della specie legnosa è stata considerata il metodo di riferimento per l’identificazione dei legni. Su un totale di 73 campioni di legni analizzati, 12 (corrispondenti al 16%) non sono risultati denominati in modo corretto, mentre su 59 campioni di tranciato esaminati 3 (5%) sono risultati sicuramente appartenenti ad una specie legnosa non corrispondente.

La nostra indagine ha evidenziato che le specie che vengono più spesso confuse tra loro sono il longhi (*Gambeya africana*, Sapotaceae) e l’aniegre (*Aningeria altissima*, Sapotaceae), limba (*Terminalia superba*) e il framirè (*Termianlia ivorensis*). Si è notato in particolare che le denominazioni assegnate dalle aziende che importano i legnami affidano i nomi commerciali con maggiore accuratezza rispetto alle aziende di lavorazione del legno, probabilmente perché hanno relazioni dirette con i siti di approvvigionamento e con il mercato internazionale del legno.

Parole chiave: legnami commerciali, nomenclatura dei legni esotici, identificazione del legno.

Keywords: commercial timbers, nomenclature of exotic woods, wood identification.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-tu-leg>

1. Introduzione

I legnami di provenienza tropicale rivestono una notevole importanza commerciale nel mercato del legno in Italia. I legni delle specie legnose dell’Africa sub-sahariana sono, tra i legni tropicali, i più rappresentati (Giordano, 1988; FAO, 2013). Molti di questi legni hanno un aspetto tra loro simile, categorizzabile in gruppi in base al colore del durame osservato su superfici tangenziali appena piallate di legname stagionato (IAWA, 1989). L’identificazione della specie all’interno di ogni gruppo è spesso difficile da attuare, soprattutto

con le tecniche applicabili a livello operativo, come richiesto dagli operatori commerciali e dagli utilizzatori di legnami.

La corretta identificazione del legno è alla base dei metodi di contrasto del commercio illegale del legno che nei recenti decenni è stato identificato come uno dei maggiori problemi ambientali, sociali ed economici (Johnson and Laestadius, 2011). Recentemente sono state introdotte alcune misure per combattere la circolazione del legno illegale, come ad esempio la *Lacey Act Amendment* negli Stati Uniti d’America ed il regolamento Europeo n. 995/2010 noto come *European*

Timber Regulation (EUTR). Ognuna di queste misure prevede come primo oggetto la corretta identificazione della specie legnosa, che può essere attuata con diverse metodi. Tra questi il più importante è sicuramente l'identificazione su base anatomica (Wheeler and Baas, 1998; Gasson, 2011; Gasson *et al.*, 2011), applicabile da personale con conoscenze e accessibilità a microscopi, manualistica ed esperienza. Tali conoscenze e abilità specifiche sono fondamentalmente un metodo di laboratorio, che non può essere sempre applicato per ragioni di tempi o costi. Per questo motivo il riconoscimento macroscopico dei legnami viene spesso introdotto come tecnica per l'identificazione dei legnami (CITES, 2002; Ruffinato *et al.*, 2014).

L'identificazione del legno è il processo che consente di assegnare un nome ad un campione di legno sconosciuto. Il nome di riferimento è il nome scientifico ma questo tipo di nomenclatura non è comunemente applicato a livello commerciale. Infatti, nell'ambito del commercio dei legnami, la nomenclatura dei legni esotici è spesso condizionata dall'affidamento di diversi nomi locali e commerciali alla stessa specie legnosa. La normativa tecnica riguardante la nomenclatura dei legnami (UNI EN 13556: 2004) fornisce una base di riferimento per la corretta denominazione dei legnami tropicali commercializzati in Italia, definendo in maniera univoca la corrispondenza tra nome scientifico e nome commerciale.

In questo lavoro si è scelto di focalizzare l'attenzione su un gruppo di legni dell'Africa tropicale di aspetto macroscopico simile per colore del durame. Sono, infatti, molte le specie legnose che forniscono legnami di colore bianco-giallastro uniforme. Alcuni di questi (ad es. aniegrè, avodirè, limba) vengono frequentemente impiegati nell'industria del mobile perché possono essere facilmente tinti per sofisticare legni pregiati (ad es. noce, ciliegio). Altri ancora vengono impiegati per parti nascoste di mobili (ad es. ako, framirè, kotò) o per la produzione di pannelli multistrati (obece) (Crivellaro *et al.*, 2007). Il commercio dei legni africani chiari interessa quindi diversi settori del mercato del legno e sono presenti in una moltitudine di prodotti finiti.

Sommando la difficoltà nella distinzione speditiva dei legni di aspetto simile con la varietà di nomi commerciali che sono assegnati a una singola specie, ci siamo chiesti quale sia la reale corrispondenza tra nome commerciale e specie legnosa nei legni africani chiari commercializzati in Italia. In altre parole si è voluto verificare quali e quanti nomi commerciali sono legati ad una specie legnosa presente sul mercato italiano. Per raggiungere l'obiettivo prefissato sono state contattate diverse aziende che operano a vari livelli nella filiera legno in Italia, chiedendo a ciascuna dei campioni di legni africani chiari e il relativo nome commerciale. Durante le analisi per la verifica dei campioni di legno forniti dalle aziende, si è percepito il bisogno di approfondire la distinzione tra alcune coppie di specie legnose con legni molto simili tra di loro, non solo per colore, ma anche per struttura macroscopica. Da questa informazione, ci si è prefissati l'obiettivo di individuare alcuni caratteri per la distinzione di specie legnose tra loro molto simili.

In sintesi gli obiettivi di questo lavoro sono: (1) verificare la corrispondenza tra nome commerciale e specie legnosa nei legni africani chiari commercializzati in Italia e (2) l'individuazione di caratteri utili ad separare tra loro specie legni molto simili.

2. Materiali e metodi

Nel 2008 è stata condotta un'indagine commerciale su un campione di 250 aziende di commercio e lavorazione di legnami tropicali e tranciati operanti sul territorio nazionale. Ogni azienda è stata contattata via email con la richiesta di campioni di legni africani chiari e l'indicazione del nome comunemente applicato dalla stessa azienda nel commercio di quel legno. Molte aziende non hanno risposto alla richiesta, e sono state quindi successivamente contattate personalmente. I campioni di legno ottenuti potevano avere due provenienze: da una partita commerciale chiaramente denominata, oppure da scarti di lavorazione recuperati in azienda, con identificazione estemporanea da parte del tecnico aziendale.

L'identificazione della specie legnosa su base anatomica eseguita al microscopio ottico è stata considerata il metodo di riferimento per l'identificazione dei legni (UNI 11118: 2004). I tranciati sono stati identificati osservando soprattutto le figure e gli effetti estetici presenti sulle facce del tranciato, ma anche i caratteri appena visibili in sezione trasversale, negli spessori, come la presenza di vasi con contenuti in gomma, che appaiono colorati e visibili. I segati sono stati identificati sia macroscopicamente che microscopicamente.

3. Risultati

3.1 Indagine commerciale e nomenclatura

Di tutte le aziende contattate solo una parte ha risposto alla richiesta inviata, e tra queste meno di metà hanno dichiarato di commerciare legnami africani. La maggior parte delle aziende che hanno affermato di commerciare legnami provenienti dall'Africa, hanno riferito quali sono i nomi commerciali delle specie trattate, in sette casi specificandone anche i relativi nomi scientifici.

Sul totale delle aziende contattate 158 (43,9%) non hanno risposto, 80 (22,2%) hanno risposto dichiarando che non commerciano legni africani e 122 (33,9%) hanno risposto interamente alle richieste proposte.

La tabella 1 rappresenta la classificazione delle aziende contattate in base al settore di attività. Come si può notare, le aziende coinvolte nel sondaggio svolgono attività di prima e seconda lavorazione del legno, commerciando non solo tronchi e segati, ma in alcuni casi anche prodotti finiti come pavimenti in legno, battiscopa, cornici, tranciati o pannelli derivati dal legno. Il grafico in figura 1 evidenzia l'importanza commerciale relativa di ciascuna specie legnosa. Si osserva come alcuni legni siano molto rappresentati sul mercato nazionale in quanto sono presenti nei magazzini di molte aziende, mentre altri vengono commercializzati o sono lavorati solo da una piccola parte delle aziende.

La tabella 2 riporta un elenco di 80 specie legnose africane identificate da nome pilota ed i relativi 187 nomi commerciali ottenuti dagli operatori nelle aziende. Molti nomi commerciali variano solamente per qualche lettera rispetto alla denominazione normata. Queste diversità a volte possono essere dovute a banali errori di battitura o di pronuncia da parte di chi ha risposto al sondaggio. Alla conclusione del processo di identificazione il risultato complessivo dell'indagine ha evidenziato come su un totale di 73 campioni di legno ottenuti dalle aziende che hanno fornito il materiale, 12 (corrispondenti al 16%) avevano una denominazione non corrispondente a quanto indicato dalla normativa tecnica di riferimento (UNI EN 13556: 2004). Su 45 campioni di segati esaminati al microscopio, in particolare, 10 sono risultati scorretti (Tab. 3). Per quanto riguarda i tranciati, su 59 campioni esaminati macroscopicamente, solamente a 3 (5%) era stato affidato un nome commerciale non corretto (Tab. 4). Un secondo risultato che l'indagine ha permesso di portare alla luce è la frequente non corretta identificazione di alcune specie. Le specie che vengono più spesso confuse tra loro sono il longhi (*Gambeya africana*) e l'aniegè (*Aningeria altissima*). Un'altra coppia di specie legnose spesso scambiate sono il limba (*Terminalia superba*) e il framirè (*Terminalia ivorensis*). Sulla base di questo risultato abbiamo cercato dei possibili caratteri per la distinzione di queste specie.

3.2 Distinzione tra aniegè e longhi

Queste specie legnose risultano spesso confuse e commercializzate assieme o con una denominazione scorretta. La UNI EN 13556:2004 identifica l'aniegè come il legno prodotto da più specie del genere *Aningeria*, in prevalenza *Aningeria altissima* ed *Aningeria robusta*, mentre per il nome commerciale di longhi dovrebbe essere commercializzato il legno prodotto dalle specie del genere *Gambeya*, principalmente *Gambeya lacourtiana* e *Gambeya subnuda*. L'importanza di distinguere i legni dei due generi risiede nel fatto che il primo possiede al suo interno un elevato contenuto di granuli minerali, molto abrasivi nei confronti dei taglienti degli utensili di lavorazione, per questo motivo molte aziende preferisco

l'acquisto del longhi al posto dell'aniegè (Giordano, 1988).

La distinzione macroscopica tra i due gruppi risulta pressoché impossibile. L'unica soluzione certa consiste nel ricorrere all'identificazione microscopica, con la quale è possibile rilevare la presenza di granuli minerali nelle cellule parenchimatiche radiali dell'*Aningeria* sp.p., assenti o scarso in *Gambeya* sp.p. (Normand, 1970).

3.3 Distinzione tra limba e framirè

I due legni corrispondenti ai nomi unificati limba e framirè (UNI EN 13556:2004), appartengono entrambi al genere *Terminalia*, e comprendono in ambedue una sola specie: *T. superba* per limba e *T. ivorensis* per framirè. La distinzione macroscopica tra le due specie è attuabile in base a caratteristiche del parenchima assiale: aliforme e/o confluyente nel limba; vasicentrico confluyente a riunire tra loro pochi vasi (generalmente solo 2-3) nel framirè. Inoltre, osservando i raggi in sezione trasversale, nel limba sono sempre monoseriati, e per questo è difficile percepirli con una lente a 10 ingrandimenti, mentre nel framirè i raggi sono appena percettibili grazie al fatto che sono larghi 2-3 file di cellule.

4. Conclusioni

L'identificazione macroscopica dei legni viene applicata a livello commerciale per l'assegnazione di nomi commerciali.

Spesso la nomenclatura commerciale risulta confusa e porta alla errata identificazione della specie legnosa.

Dalla indagine commerciale condotta per questo studio si è rilevato come circa un quinto dei nomi commerciali applicati dalle aziende sono errati, anche se talvolta solo per qualche lettera nel nome. Si è notato che le denominazioni assegnate dalle aziende che importano i legnami utilizzano i nomi commerciali con maggiore accuratezza rispetto alle aziende di lavorazione del legno, probabilmente perché hanno relazioni dirette con i siti di approvvigionamento e con il mercato internazionale del legno.

Tabella 1. Aziende contattate per il sondaggio commerciale.
 Table 1. Companies requested for survey.

<i>Attività principali e secondarie</i>	<i>%</i>	<i>Raggruppamento attività</i>	<i>%</i>
Commercio Legnami e semilavorati	24,59	Commercio tronchi, tavolame e prime lavorazioni del legno.	51,64
Solo commercio Legnami	13,11		
Commercio legnami e segheria	9,84		
Commercio Semilavorati e legname	2,46		
Segheria e commercio legnami e semilavorati	1,64		
Commercio tranciati	12,30	Commercio tranciati, sfogliati e lavorazioni accessorie.	27,87
Commercio Tranciati e legnami	3,28		
Giuntura e commercio tranciati	3,28		
Commercio tranciati e segherie	2,46		
Produzione e commercio tranciati	2,46		
Commercio tranciati e semilavorati	1,64		
Commercio tranciati e pavimenti in legno	0,82		
Commercio tranciati e produzione placcati	0,82		
Commercio Tranciati e tintura	0,82		
Commercio legnami e falegnameria serramenti	1,64	Commercio tavolame, pavimenti, battiscopa, cornici e serramenti. Falegnamerie.	15,57
Commercio Pavimenti in legno e legnami	7,38		
Produzione e commercio Battiscopa, aste, profili e cornici	4,92		
Falegnameria e commercio prodotti finiti	1,64		
Produzione e commercio curvati	1,64	Commercio semilavorati per l'arredo.	4,92
Produzione e commercio pannelli e semilavorati (non da segheria)	1,64		
Produzione cofani mortuari	0,82		
Produzione e commercio mobili	0,82		

Tabella 2. Nomi commerciali utilizzati dalle aziende contattate.
 Table 2. Names commonly used in the market by the Companies.

<i>Nome PILOTA</i>	<i>Nomi commerciali rilevati dal sondaggio</i>	<i>Frequenza</i>
Abura	Abura; Bahia	54
Afromosia	Afromosia; Assamela	51
Aielé	Aielé	3
Ako	Ako; Cencen; Chenchen; Antiaris; KyenKyen	6
ALONE	Alone; Kondroti	2
Andoung	Andoung	3
Aningré –Longhi	Agnegré; Akatio - Tanganica; Akatio blanche; Agnegré; Anegré; Aniegré; Asanfina; Noce Tanganica; Tanganika; Akatio; Akatio rouge; Longhi	87
Avodiré	Avodiré; Avoudiré; Awodiré	12
Awoura	Awoura; Beli; Zebrelé	12
Azobé	Azobé; Azobé-Demerara; Azobé-Matamata	15
Bilinga	Badi; Bilinga; Opepe	8
Bomanga	Bomanga	3
Bossé	Bosse; Bossé	10
Congotali	Congotali	1
Cordia	Cordia	2
Dabéma	Dabema; Dahoma	8
Dibétou	Bibolo; Dibetou; Dibedtou; Tibetou	25
Difou	Difou; Citronnier	4
Doussié	Doussié; Apa; Pachilobia; Lingue	66
EBANO AFRICANO	Ebano	20
Ebiara	Ebiara	16
Ekaba	Ekaba	4
Ekoune	Ekoune	2
Emien	Emien	6
Essasang	Essasang; Erimado	2
Essia	Essa; Essia; Abalé	2
Etimoé	Etimoé; Anzem	23
Eyong	Eyong	6
Faro	Ogea; Faro	3
<u>Farroba</u>	Dosso; Farroba	1
Framiré	Framiré; Emeri; Emiré	31
FROMAGER–Kapokier	Fromager; Ceiba; Rosatello; Fromages; Kapokier;	14
Gombé	Gombé; Didelotia	10
Iatandza	Jatanza; Yatanza; Itandza	4
Idewa	Idewa; Liberian Blak Gim	1
Ilomba	Ilomba; Otié; Rosatello;	6
Iroko	Iroko; Kambala	89
Izombé	Izombé; Mogongo; Onzabili	7
Kékélé	Kekelé; Olazo; Mbossa	2
Kosipo	Kossipo; Kosipo	17
Kotibé	Kotibé; Danta	15
Koto	Kotò; Koto	49
Kumbi	Kumby	2

(Segue tabella 2)
(Table 2 continued)

Lati	Lati; White wengé; Yaya; Bokanga; Edzuil	14
Limba	Fraké; Fraké T.V. Nero; Fraké Macchiato; Limba; Ofra; Afara	51
Limbali	Limbali	2
Makoré	Makoré; Douka	15
Mambodé	Mambodé; Bodo	2
Mansonia	Beté; Mansonia; Noce Mansonia	30
Mecrussé	Mecrussé	2
Moabi	Moabi	14
MOGANO D'AFRICA	Acajau; Acajou; Khaya; Kaya; Mogano africano; Mululù; Akassaa	52
Movingui	Movingui	20
Muhimbi	Muhimbi	2
Muhuhu	Muhuhu	2
Mukulungu	Mukulungu	2
Naga	Naga	2
Niangon	Niangon	37
Niové	Niove	3
Obeche	Ayous; Samba; Obece; Obeche; Wawa	71
ODOKO	Odoko; Akossikà	4
Ohia	Ohia	3
Okan	Okan	2
Okoumé	Okoumé	43
Olon	Olon	2
Ovèngkol –Mutényé – Bubinga	Bobinga; Bubinga; Kevansingo; Kevasingo; Kewazingo; Amakouè; Amazakouè; Amazaque; Amazouquè; Daniela; Noce Daniela; Ovangkol; Ovangol; Ovengkol; Mutenye	85
Ozigo	Ozigo; Assia	4
PADOUK AFRICANO	Padouk	41
Pao Rosa	Pau Rosa	5
Sapelli	Sapelli	62
Sipo	Sipo	45
Tali	Tali	7
Tchitola	Tchitola	2
Tiama	Tiama	19
Tola	Tola branca; Agba; Tola	7
Umgusi	Mukisi	2
WAWABIMA	Wawabima; Lotofa	5
Wengè –Panga Panga	Wengé; Panga panga; Panga	62
Zaizou	Zaizou	1
Zingana	Zebrano; Zebrawood; Zingana	37

Tabella 3. Risultati dell'identificazione microscopica dei segati.

Table 3. Results for anatomical identification of woods.

<i>Nomi commerciali dell'azienda</i>	<i>Nome botanico corrispondente</i>	<i>Totale</i>	<i>Corretti</i>	<i>Scorretti</i>
Ayous, Samba o Wawa	<i>Triplochiton scleroxylon</i>	4	4	0
Limba e Fraké	<i>Terminalia superba</i>	4	3	1
Kotò	<i>Pterygota</i> sp.p.	2	2	0
Framiré	<i>Terminalia ivorensis</i>	2	2	0
Avodiré	<i>Turraeanthus africanus</i>	2	2	0
Akatio, Aniegré, Aningré, Tanganica o Azanfina	<i>Aningeria</i> sp.p.	9	5	4
Akatio o Akatio Rouge	<i>Gambeya</i> sp.p.	2	1	1
Lati o White Wengé	<i>Amphimas</i> sp.p.	2	2	0
Fromager o Rosatello	<i>Ceiba pentandra</i>	2	2	0
Lemonwood o Movingui	<i>Distemonanthus benthamianus</i>	5	4	1
Ako	<i>Antiaris toxicaria</i>	1	1	0
Rosatello	<i>Pycnanthus angolensis</i>	2	0	2
Tola	<i>Gossweilerodendron</i> sp.p.	2	2	0
Difou	<i>Morus mesozygia</i>	1	1	0
Eyong	<i>Eribroma oblonga</i>	1	1	0
Badi	<i>Nauclea diderrichii</i>	2	2	0
Ozigo	<i>Dacryodes buettneri</i>	1	1	0
Faro	<i>Daniellia</i> sp.p.	1	0	1
TOTALE		45	35	10

Tabella 4. Risultato dell'identificazione macroscopica dei tranciati.

Table 4. Results for macroscopic identification of sliced.

<i>Nomi commerciali dell'azienda</i>	<i>Nome botanico corrispondente</i>	<i>Totale</i>	<i>Corretti</i>	<i>Scorretti</i>
Ayous, Samba o Wawa, solo in un caso Obece	<i>Triplochiton scleroxylon</i>	7	7	0
Limba o Fraké	<i>Terminalia superba</i>	2	2	0
Kotò	<i>Pterygota</i> sp.p.	7	4	3
Framiré	<i>Terminalia ivorensis</i>	3	3	0
Avodiré, segnato forse per errore come Awodiré	<i>Turraeanthus africanus</i>	1	1	0
Akatio, Aniegré, Aningré, Tanganica, Azanfina, Longhi o Akatio Rouge, solo in un caso Akasa	<i>Aningeria</i> sp.p. e <i>Gambeya</i> sp.p.	15	15	0
Lati	<i>Amphimas</i> sp.p.	6	6	0
Fromager, Rosatello o Ceiba, solo in un caso Fromages	<i>Ceiba pentandra</i>	9	9	0
Movingui, segnato forse per errore come Mowingui	<i>Distemonanthus benthamianus</i>	1	1	0
Cecen	<i>Antiaris toxicaria</i>	1	1	0
Ilomba o Otié	<i>Pycnanthus angolensis</i>	3	3	0
Esa, segnato forse per errore come Essa	<i>Celtis</i> sp.p.	1	1	0
Emien	<i>Alstonia</i> sp.p.	2	2	0
Faro	<i>Daniellia</i> sp.p.	1	1	0
TOTALE		59	56	3

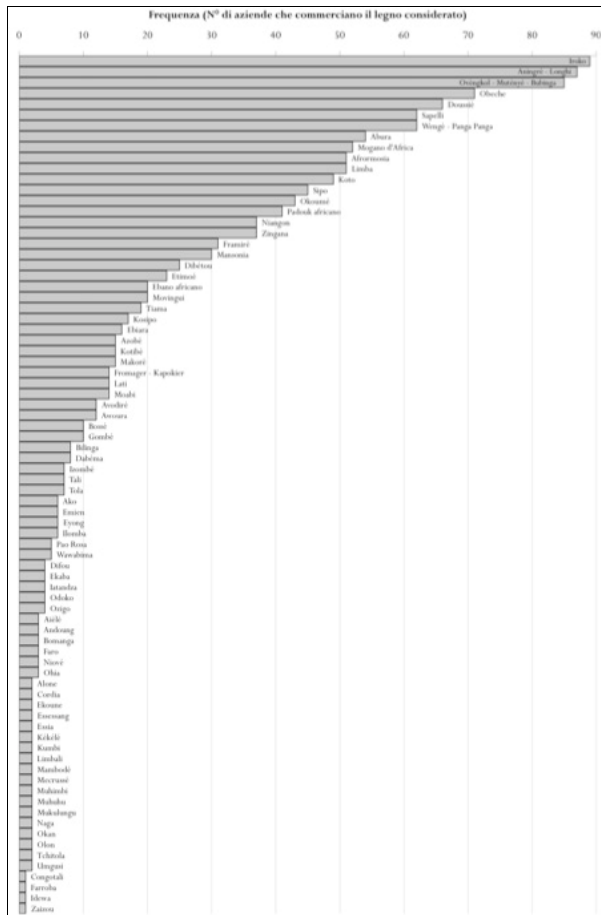


Figura 1. Risultati del sondaggio commerciale.
 Figure 1. Survey results.

SUMMARY

African whitish woods commercialized in Italy: commercial names and wood identification

Tropical timbers are of considerable commercial importance in the timber market in Italy. In the total amount of exotic timbers, the woods from Sub-Saharan Africa are the most represented within the Italian market. Many of these woods have a similar appearance, which made it difficult to tell them apart. Chromatic categorization of the timber is very common, and one of the most numerous groups has a base color yellowish to white. The identification of the species within each group is often difficult to implement, especially at the trade level by technical operators. The correct identification of the species is important in commercial terms to meet specific requirements of the clients who choose a timber for the optimization of its characteristics and properties. Recently, macroscopic wood identification became of considerable importance in contrasting illegal timber trade too. The nomenclature of exotic woods commonly applied in trade, is often very various mainly in relation to geographical provenience (local names). The technical rules concerning the nomenclature of the wood provides a basis for the correct naming of the tropical timbers. Summing up the difficulty in distinguishing woods of similar appearance with the variety of trade

names that are assigned to a single species, we wondered what's the real correspondence between trade name and woody species from Africa with a yellowish color marketed in Italy. To solve this doubt, a survey was conducted on a sample of 250 tropical timber and veneer trading and processing companies in the country. Each company has been requested to provide samples of African wood with a clear indication of the name commonly used in the market.

The samples examined could have two origins: either from a commercial stock clearly identified, or processing wood waste, identifying then by improvised by the technical support. The anatomical wood identification has been considered the reference method for the identification of the woods. Out of a total of 73 samples of wood analysed, 12 (corresponding to 16%) were not named correctly, while on 59 samples of sliced examined 3 (5%) were definitely belonging to a species of wood that does not match. The species that are most often confused with each other are longhi (*Gambeya africana*, Sapotaceae) and aniegrè (*Aningeria altissima*, Sapotaceae), and limba (*Terminalia superba*) and framirè (*Terminalia ivorensis*). It was noted in particular that the names assigned by companies that import timber trade names rely more accurately than woodworking companies, probably because they have direct relationships with procurement sites and with the international timber market.

BIBLIOGRAPHY

- CITES, 2002 – *CITES Identification Guide - Tropical Woods*. Wildlife Enforcement and Intelligence Division, Enforcement Branch, Environment Canada.
- Crivellaro A., Svaluto S., Polazzi G., 2007 – *Legni*. Motta Architettura, Milano.
- FAO, 2013. *FAOSTAT*. FAO Statistics Division. <http://faostat.fao.org/>.
- Gasson P., 2011 – *How precise can wood identification be? Wood anatomy's role in support of the legal timber trade, especially CITES*. IAWA J., 32: 137-154.
- Gasson P., Baas P., Wheeler P., 2011 – *Wood anatomy of CITES - listed tree species*. IAWA J., 32: 155-198.
- Giordano G., 1988 – *Tecnologia del legno*. I legnami del mondo. UTET, Torino.
- IAWA Committee, 1989 – *IAWA list of microscopic features for hardwood identification*. IAWA Bull., 10: 219-332.
- Johnson A., Laestadius L., 2011 – *New laws, new needs: the role of wood science in global policy efforts to reduce illegal logging and associated trade*. IAWA J., 32: 125-136.
- Normand D., 1970 – *Les Aniègré, sapotacée de Côte d'Ivoire et leurs bois*. Bois et Forêts des Tropiques, 134: 3-13.
- Ruffinatto F., Crivellaro A., Wiedenhoef A.C., 2015 – *Review of macroscopic features for hardwood and softwood identification and a proposal for a new character list*. IAWA J., In press. <http://dx.doi.org/10.1163/22941932-00000096>
- UNI 11118, 2004 – *Beni culturali - Manufatti lignei - Criteri per l'identificazione delle specie legnose*
- UNI EN 13556, 2004 – *Legno tondo e segati - Nomenclatura dei legnami utilizzati in Europa*.
- Wheeler E.A., Baas P., 1998 – *Wood identification - a review*. IAWA J., 19: 241-264. <http://dx.doi.org/10.1163/22941932-90001528>

MIGLIORAMENTO DELL'EFFICIENZA TECNICA E AMBIENTALE DEGLI ADESIVI UTILIZZATI NEL SETTORE DEL MOBILE

Michela Zanetti¹, Diletta Marini¹, Enzo Masetto², Elisabetta Pasqualini², Raffaele Cavalli¹

¹Dipartimento TESAF, Università di Padova, Legnaro (PD); michela.zanetti@unipd.it

²UNICOL, Fontanelle (TV)

Negli ultimi anni l'utilizzo di colle per il legno è compreso in un contesto normativo sempre più restrittivo; infatti la tendenza attuale è la riduzione/eliminazione di sostanze nocive per l'ambiente e la salute umana sia a livello di formulazione dell'adesivo sia a livello di emissioni durante la vita in opera del prodotto finito. Se si considera il caso della formaldeide, sostanza chimica utilizzata nelle colle per i pannelli e i rivestimenti in uso nell'industria del mobile, negli ultimi quarant'anni la quantità utilizzata è andata progressivamente riducendosi e la tendenza attuale è quella della drastica riduzione/eliminazione di questa sostanza e di altri prodotti chimici ritenuti nocivi, quali l'isocianato, da tutti i prodotti incollati, in risposta ai limiti imposti dall'Organizzazione Mondiale della Sanità. Questo studio descrive una tecnologia basata sullo sviluppo di formulazioni adesive a base di polimeri silano-terminali. Le formulazioni sono state caratterizzate attraverso tecniche spettroscopiche, analisi termo-meccaniche e prove d'incollaggio su diversi supporti. Seppur con un costo leggermente maggiore rispetto ai prodotti offerti sul mercato, questi adesivi garantiscono gli stessi risultati applicativi delle colle poliuretatiche utilizzate per supporti in legno e metalli, col vantaggio però di essere privi di solventi ed emissioni nocive e, di conseguenza, di essere più sostenibili a livello ambientale. Essi, inoltre, possono essere utilizzati in alternativa alle colle a base di formaldeide in applicazioni quali l'incollaggio di tranciati di legno.

Parole chiave: adesivi silano-terminali, legno, industria del mobile.

Keywords: *α*-silanes adhesive, wood, furniture industry.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-mz-mig>

1. Introduzione

Negli ultimi anni l'utilizzo di colle per il legno nell'industria del mobile è sottoposto a una normativa sempre più stringente che spinge verso la riduzione/eliminazione di sostanze nocive per l'ambiente e la salute umana, ottenibile agendo sia a livello di formulazione dell'adesivo (contenuto in formaldeide, isocianato, fenolo...), sia a livello di emissione di sostanze durante la vita in opera del prodotto finito. Se si considera il caso della formaldeide, sostanza chimica utilizzata nelle colle per i pannelli e i rivestimenti impiegati nell'industria del mobile (Myers 1983; Gangi *et al.*, 2013), negli ultimi quarant'anni la quantità utilizzata si è notevolmente ridotta: tra il 1970 e il 1980, la quantità di formaldeide libera era di 100 mg per 100 g di pannello truciolare (misura al perforatore secondo lo standard EN 120), mentre nel 1990 era scesa a 8 mg per 100 g di pannello.

Nel Luglio del 2008, la Federazione europea dei produttori di pannelli (EPF) decise di creare lo "standard EPF" che prevede la quantità di formaldeide libera ridotta a 4 mg per 100 g di pannello (ovvero 0,087 mg/m³ di formaldeide emessa secondo lo standard EN 717-1). Dall'1 Gennaio 2009, a livello europeo lo standard EPF è diventato la classe di emissione più bassa e corrisponde, a livello internazionale, al limite

imposto dal CARB (California Air Resources Board); esso è equivalente alla classe F*** dello standard giapponese JIS A 1460, all'epoca il più severo a livello mondiale.

La tendenza attuale di drastica riduzione/eliminazione di questa sostanza da tutti i prodotti incollati risponde anche ai limiti imposti dall'Organizzazione Mondiale della Sanità, che propone un limite consigliato di concentrazione di formaldeide in ambienti interni pari a 0,1 mg/m³, considerando la somma di tutte le fonti, e si adegua anche al regolamento CE 1907/2006 (REACH), normativa atta a garantire un elevato grado di protezione della salute umana e di tutela dell'ambiente avendo come traguardo uno sviluppo sempre più sostenibile.

La sostenibilità, ovvero la ricerca di equilibrio nel breve e nel lungo periodo tra redditività economica, compatibilità ambientale e progresso sociale, è un tema che non può essere eluso da nessun settore produttivo.

Questo studio si prefigge di rispondere a queste esigenze di sostenibilità attraverso l'innovazione nel settore degli adesivi per l'industria del mobile, diminuendo il contenuto di sostanze considerate tossiche, e migliorando il profilo ambientale dei prodotti incollati attraverso lo sviluppo di adesivi silano-terminali.

2. Materiale e metodi

2.1. Formulazioni adesive

Le formulazioni sviluppate e analizzate in questo studio sono due adesivi ibridi (ibrido 1 e 2) a base di polimeri silano-terminali. Le formulazioni non contengono formaldeide, isocianati e solventi. Le caratteristiche tecniche delle due formulazioni ibride sono state paragonate a quelle di un adesivo poliuretano (PU) presente in commercio (controllo).

2.2. Analisi Termo-Meccanica (TMA)

L'analisi termo-meccanica (TMA) permette di misurare le variazioni dimensionali di un materiale in un ambiente termico controllato. In questo studio, l'analisi termo-meccanica è stata usata per valutare la reticolazione dell'adesivo nel giunto incollato in isoterma (25°C) e determinare la stabilità nel tempo delle formulazioni adesive. Lo strumento di misura utilizzato è l'analizzatore TMA/SDTA 840 della METTLER TOLEDO. Il campione è formato da due pezzi di tranciato di faggio di 16x5x0,6 mm, incollati con 20 mg di formulazione adesiva.

I giunti incollati sono stati analizzati sollecitandoli a flessione su tre punti (*three points bending*).

La resistenza meccanica dei giunti incollati è stata espressa attraverso il modulo di elasticità (MOE). Ogni campione è stato analizzato in tre momenti diversi: (i) appena incollato per valutare la reticolazione dell'adesivo ($t=0$); (ii) dopo 18 ore ($t=18$) e (iii) dopo 114 ore per valutarne la stabilità nel tempo.

2.3. Prove di resistenza al taglio

Le prove di resistenza al taglio sono state condotte secondo lo standard UNI EN 205: "Adesivi. Adesivi per legno per impieghi non strutturali. Determinazione della resistenza al taglio per trazione su incollaggi a sovrapposizione".

3. Risultati e discussione

L'analisi dell'elasticità delle formulazioni adesive durante e dopo la loro applicazione e la resistenza che queste apportano ai materiali incollati è stata misurata mediante l'analisi termo-meccanica (TMA). I risultati ottenuti per le formulazioni Ibrido 1 e Ibrido 2 sono riportate nelle Figure 1 e 2. Il modulo di elasticità è usato per esprimere la resistenza meccanica del giunto incollato con gli adesivi ibridi a base di polimeri silano terminali. Dopo la polimerizzazione, si può notare che l'adesivo polimerizzato produce un incremento di MOE di circa 1000 MPa rispetto al legno senza adesivo in entrambe le formulazioni (Ibrido 1 e 2). Il modulo di elasticità dei giunti incollati con gli adesivi Ibrido 1 e Ibrido 2 viene ricalcolato dopo 18 e 114 ore al fine di testarne la stabilità meccanica della formulazione adesiva nel tempo. Come si evince dalle Figure 1 e 2 la resistenza meccanica del giunto incollato, acquisita con la polimerizzazione dell'adesivo, sembra mantenersi stabile nel caso dell'Ibrido 2 (Fig. 2) o addirittura migliorare (Fig. 1) durante il periodo di tempo considerato. Grazie all'utilizzo di questa metodologia d'indagine si

ottiene rapidamente uno screening delle formulazioni adesive che fornisce indicazioni sulla performance tecnica dei prodotti incollati (Lei *et al.*, 2008; Garnier *et al.*, 2002; Laigle *et al.*, 1998). Al fine di paragonare le formulazioni adesive a base di polimeri silano-terminali con degli adesivi potenzialmente competitori, sono state misurate le curve del MOE durante la polimerizzazione dell'adesivo e dopo 18 e 114 ore di un giunto di legno di faggio incollato con una colla poliuretano commerciale (PU). I valori del MOE durante la polimerizzazione e dopo gli intervalli di tempo sopra indicati sono stati confrontati con quelli del MOE degli adesivi ibridi a base di polimeri silano-terminali e riportati in Figura 3.

Dal confronto delle tre formulazioni riportato nell'istogramma di Figura 3 si possono fare le seguenti osservazioni: il modulo di elasticità medio durante la reticolazione è superiore negli adesivi ibridi; l'adesivo reticolato conferisce al giunto di legno un resistenza meccanica comparabile negli adesivi Ibrido 2 e PU ma leggermente inferiore nel caso dell'adesivo Ibrido 1. Sebbene la TMA sia una tecnica predittiva affidabile, è necessario confermare la qualità dell'incollaggio delle nuove formulazioni con dei metodi normalizzati e, per soddisfare le esigenze dell'industria del mobile, testare l'incollaggio di diversi supporti in legno e altri materiali utilizzati nella fabbricazione dei manufatti. La Figura 4 riporta degli esempi di incollaggio di tranciati di legno di faggio. I campioni sono stati testati per la resistenza al taglio secondo la normativa UNI EN 205 del 2006.

I risultati mostrano che la resistenza al taglio media è compresa tra 8 e 10 N/mm², soddisfacendo gli standard previsti per un incollaggio a secco, e che gli adesivi ibridi a base di polimeri silano-terminali sono adatti all'incollaggio di diversi substrati, tra i quali legno, polimetilmetacrilato e policarbonato e quindi adatti ad un utilizzo nell'industria del mobile dove, oltre al legno, si utilizzano altri materiali.

Conclusioni

Questo studio interessa uno sviluppo di formulazioni adesive innovative nel settore del legno e in particolare del mobile, dove, tradizionalmente, sono utilizzate principalmente colle contenenti solventi o sostanze considerate potenzialmente rischiose per la salute umana. La formulazione di questa nuova famiglia di adesivi prevede l'utilizzo di polimeri silano-terminali e sono prive di solventi e di sostanze nocive.

Le prove condotte su due formulazioni ibride e su un adesivo poliuretano commerciale (potenzialmente competitor) utilizzato come controllo hanno messo in luce i seguenti aspetti:

- l'incollaggio a temperatura ambiente di due giunti di faggio con i suddetti adesivi è stabile nel tempo e comparabile al controllo;
- il MOE misurato con l'analisi termo-meccanica nell'utilizzo delle formulazioni ibride è paragonabile a quello di un adesivo poliuretano commerciale;
- la resistenza al taglio dei materiali incollati con gli adesivi silano-terminali ibridi è dell'ordine di 8-10 N/mm² e soddisfa gli standard in vigore;

- gli adesivi silano-terminali ibridi consentono l'incolaggio di materiali di diversa natura e risultano quindi sicuramente utilizzabili nell'industria del mobile.

Considerati i risultati emersi da questa ricerca, è possibile, a parità di performance tecniche, soddisfare gli standard richiesti nell'industria del mobile e l'utilizzo delle formulazioni testate sembra essere adatto anche ad usi strutturali. Ulteriori ricerche potranno portare a progressivi miglioramenti a livello tecnico, associati ad un allineamento alle regolamentazioni

normative sanitarie e ad una riduzione del costo di produzione.

Ringraziamenti

Progetto realizzato grazie ad un finanziamento della Regione del Veneto a valere sul Fondo Sociale Europeo (DDR n. 345 del 21/12/2012 - codice Progetto 2105/1/3/1686/2012).

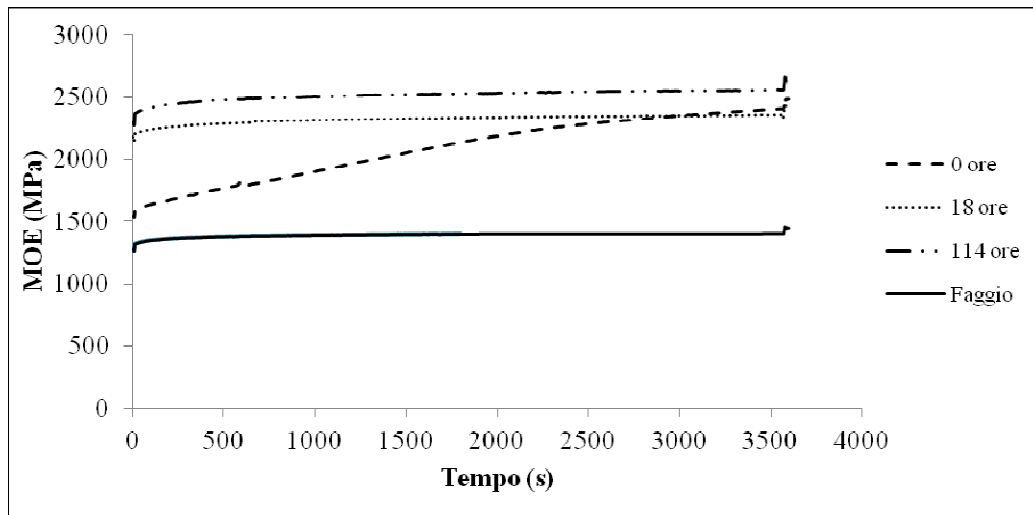


Figura 1. Modulo di elasticità (MOE) di un giunto di legno di faggio senza adesivo e incollato con l'adesivo Ibrido 1 testato in isoterma (25°C) per 1 ora durante la polimerizzazione (0 ore) e dopo 18 e 114 ore.

Figure 1. MOE measured by TMA of beech joints glued using the hybrid 1 silanes adhesive tested in isotherm (25°C) for 1 hour during hardening (0 hour) and after 18 and 114 hours.

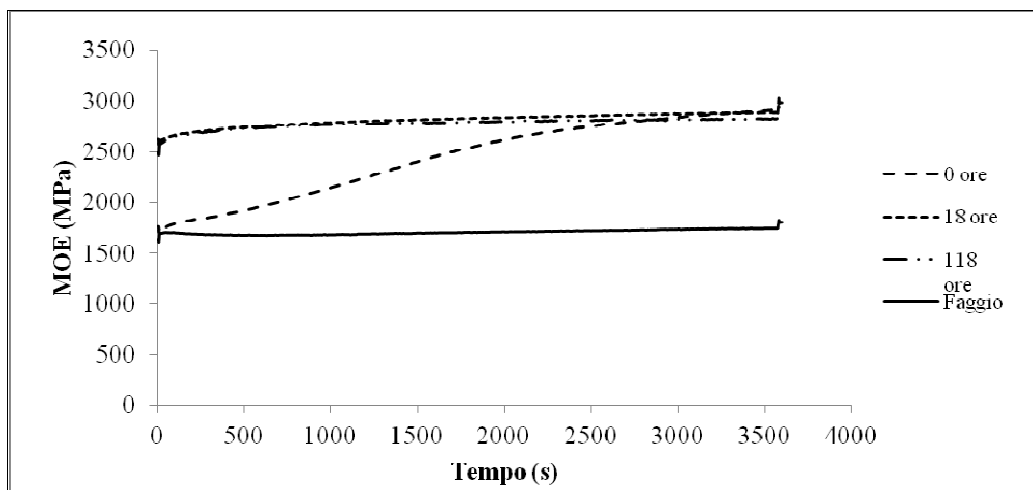


Figura 2. Modulo di elasticità (MOE) di un giunto di legno di faggio senza adesivo e incollato con l'adesivo Ibrido 2 testato in isoterma (25°C) per 1 ora durante la polimerizzazione (0 ore) e dopo 18 e 118 ore.

Figure 2. MOE measured by TMA of beech joints glued using the hybrid 2 silanes adhesive tested in isotherm (25°C) for 1 hour during hardening (0 hour) and after 18 and 114 hours.

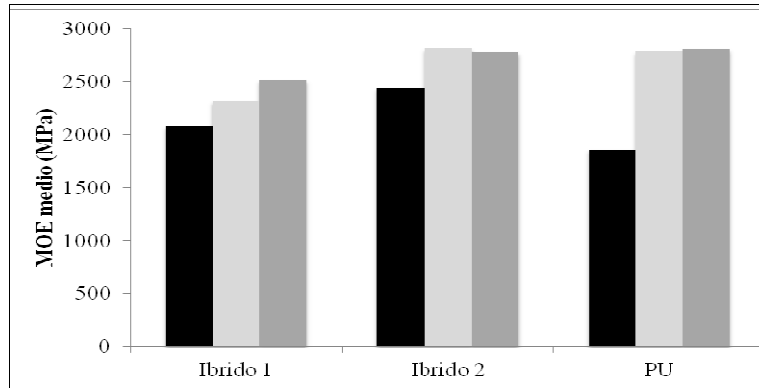


Figura 3. Modulo di elasticità medio (MOE) degli adesivi a base di polimeri silano-terminali (Ibrido 1 e Ibrido 2) e di un adesivo poliuretano (PU) commerciale misurato durante la polimerizzazione dell'adesivo (nero) e dopo 18 (grigio chiaro) e 114 ore (barra grigio scuro).

Figure 3. Average MOE measured by TMA of beech joints glued using the hybrid 1 and 2 silanes adhesive and a polyurethane adhesive available commercially (control) tested in isotherm (25°C) for 1 hour during hardening (black) and after 18 (light grey) and 114 hours (dark grey).

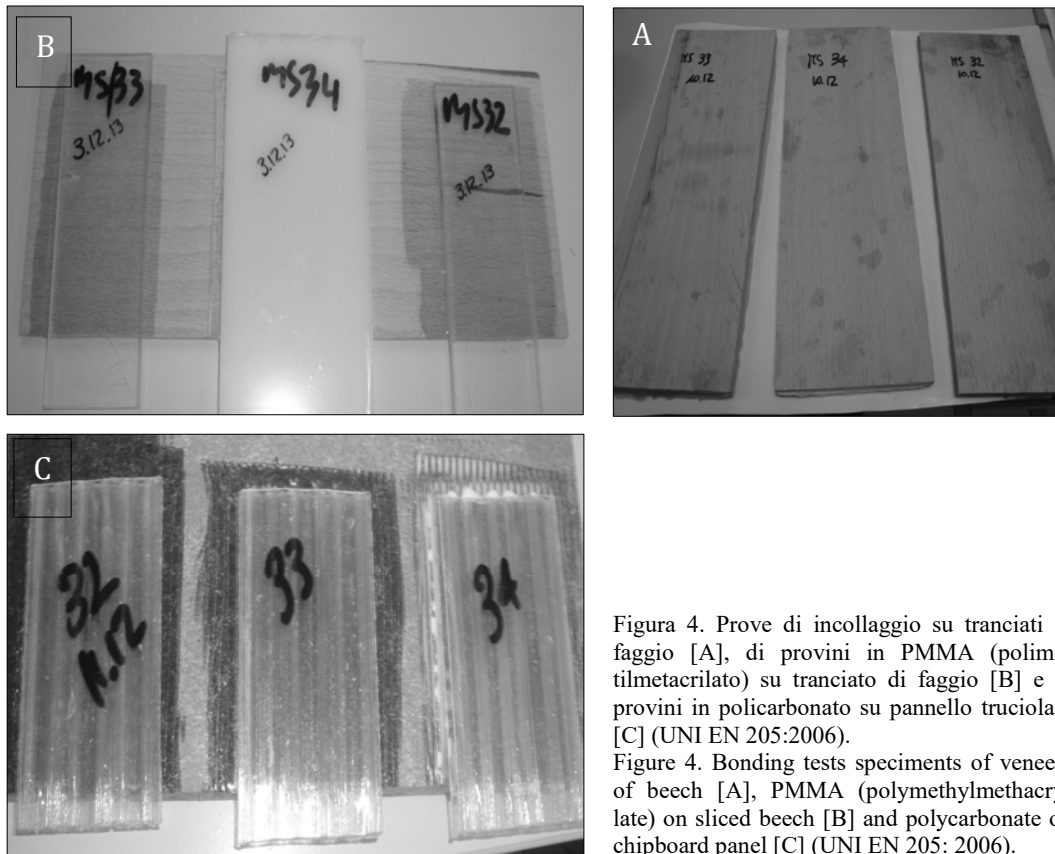


Figura 4. Prove di incollaggio su tranciati di faggio [A], di provini in PMMA (polimetilmetacrilato) su tranciato di faggio [B] e di provini in policarbonato su pannello truciolare [C] (UNI EN 205:2006).

Figure 4. Bonding tests specimens of veneers of beech [A], PMMA (polymethylmethacrylate) on sliced beech [B] and polycarbonate on chipboard panel [C] (UNI EN 205: 2006).

SUMMARY

Improving technical and environmental performance of adhesives used in the furniture industry

In the last years the use of wood adhesives must meet the requirements of an increased restrictive regulations. In fact, the current trend is the reduction/elimination of

harmful substances both in the adhesive formulation and during the useful life of the finished products. Wood adhesive could contain potentially harmful chemicals, as formaldehyde, isocyanate, phenol, ... If we consider the case of formaldehyde, a chemical used panels adhesives and coatings formulations, over the last forty years the amount has been greatly reduced and the current trend is to the drastic reduction/elimination of this substance and other harmful chemicals, such as isocyanate from all

glued products in response to the limitations imposed by the World Health Organization. Sustainability, namely the research for equilibrium in the short and in the long term between economic performance, environmental compatibility and social progress, is an issue that can not be circumvented by any productive sector.

This study describes a technology based on the development of silane-terminal adhesives (formal-dehyde-free adhesive).

The formulations have been characterized by spectroscopic techniques, thermo-mechanical analysis and testing glued on different media. Albeit with a slight increase in cost of products offered on the market so far, these adhesives have the same results of application of polyurethane adhesives used for timber and metals. The advantage are that they are more environmentally sustainable, solvent-free and without emissions. Furthermore, they can be used as an alternative to adhesives based on formaldehyde in several applications as the bonding of veneers of wood.

BIBLIOGRAFIA

- Gangi M., Tabarsa T., Sepahvand S., Asghari J., 2013 – *Reduction of formaldehyde emission from plywood*. Journal of Adhesion Science and Technology, 27: 1407-1417
- Garnier S., Pizzi A., Huang Z., 2002 – *Dry I.B. forecasting of commercial tannin adhesives-bonded particleboard by TMA bending*. Holz als Roh-und Werkstoff, 60: 372
- Laigle Y., Kamoun C., Pizzi A., 1998 – *Particleboards I.B. forecast by TMA bending in UF adhesives curing*. Holz als Roh-und Werkstoff, 56: 154
- Lei H., Pizzi A., Du G., 2008 – *Environmentally friendly mixed tannin/lignin wood resins*. Journal of Applied Polymer Science, 107: 203-209
- Myers G.E., 1983 – *Formaldehyde emission from particleboard and plywood paneling: measurement, mechanism, and product standards*. Forest Products Journal, 33: 27-37.

SESSIONE / *SESSION* 8

ABSTRACTS

PROGETTO DEMOSCOPE. COME TRASFORMARE UN OBBLIGO DI LEGGE IN UNA OPPORTUNITÀ

Stefano Berti¹, Michele Brunetti², Mario Morandini³, Dario Paletta¹, Daniele Settesoldi⁴, Antonio Ventre⁵

¹Foresta Modello delle Montagne Fiorentine, Londa (FI); associazione@forestamodellomontagnefiorentine.org

²CNR-IVALSA, Sesto Fiorentino (Firenze)

³Morandini Legnami srl, Diacceto (Firenze)

⁴Marchese de' Frescobaldi società agricola srl, Firenze

⁵Unione dei Comuni Valdarno e Valdisieve, Rufina (Firenze)

Parole chiave: filiera legno, prodotti forestali, marchio Foresta Modello, timber regulation, Showwood.

Keywords: wood chain, forest products, Trademark Model Forest, timber regulation, Showwood.

Il progetto DEMOSCOPE (DEfinizione di un MOdello Sperimentale per la COmmercializzazione dei Prodotti forestali della foresta modello delle montagne fiorentine) si pone l'obiettivo di strutturare e rendere più efficiente la filiera forestale locale attraverso azioni innovative per il settore forestale, mirando ad aumentare il valore dei prodotti e coinvolgendo il maggior numero di operatori.

Nasce per rispondere all'obiettivo di "valorizzazione della filiera del legno" presente nel Piano Strategico della Foresta Modello Montagne Fiorentine, sfruttando l'opportunità finanziaria offerta dal bando PSR 2007-2013 della Regione Toscana Misura 124.

Il progetto ha sviluppato vari prodotti.

1. Indagine della filiera forestale locale

È stata condotta un'indagine con il duplice scopo: conoscere il mercato locale del legno e le dinamiche delle filiere ad esso collegate e testare l'interesse all'avvio e alla promozione di filiere locali, utilizzando anche modalità innovative di vendita e pubblicizzazione del legname del territorio della Foresta Modello delle Montagne Fiorentine (attraverso un marchio territoriale e un sito web).

2. Realizzazione portale internet

Il portale web è lo strumento ideale per coordinare, integrare e mettere in comunicazione i segmenti della Filiera produttiva, dal bosco al consumatore finale. Il sito è la vetrina dei prodotti forestali del territorio che si rivolge contemporaneamente agli operatori e ai consumatori finali.

Il portale è strutturato anche per la realizzazione delle aste on-line, da parte di soggetti pubblici e privati, per la vendita del legname del territorio.

Attraverso la pagina web i prodotti forestali della Foresta Modello delle Montagne Fiorentine potranno superare i confini territoriali rivolgendosi ad un pubblico più ampio riuscendo così a portare un beneficio per il territorio.

3. Creazione della promoting location

Nell'ambito del progetto è stato progettato e realizzato uno spazio (SHOWWOOD) per mettere in mostra i prodotti forestali del territorio delle Montagne Fiorentine, creato con la convinzione che la struttura stessa sia un prodotto estremamente virtuoso e sostenibile.

Lo Showwood è costruito interamente con pannelli x-lam di douglasia proveniente dal territorio della Foresta Modello.

All'interno dello Showwood è allestita una mostra dei prodotti forestali del territorio.

4. Creazione del marchio "Legno della Foresta Modello"

È stato creato un marchio per dare un valore aggiunto ai prodotti del territorio ma anche per trasformare un obbligo di legge in un'opportunità.

L'entrata in vigore del regolamento 995/10 EUTR vieta la commercializzazione sul mercato UE di legno o prodotti derivati di provenienza illegale e prevede obblighi per gli operatori che commercializzano legno e prodotti da esso derivati. Il marchio identifica il legname e i prodotti derivati che provengono dal territorio della Foresta Modello e garantisce:

- la legalità e quindi il rispetto delle leggi internazionali comunitarie, nazionali e regionali in materia forestale, del commercio e fiscale;

- il rispetto delle norme vigenti in materia di sicurezza;

- i requisiti tecnici dei prodotti commercializzati.

Adottando i disciplinari si adempiono gli obblighi di legge e si ha un vantaggio in termini di promozione del prodotto.

Tutte le aziende della filiera che, rispettando quanto previsto nei disciplinari specifici, sottoscrivono un accordo per poter utilizzare il marchio.

DEMOSCOPE Project. How to change a rule in an opportunity

The aim of DEMOSCOPE project is to improve and to make more efficient the local forestry supply chain throughout innovative actions related to the forest sector and increasing the value of the forest products.

The purpose is to evaluate the forestry supply chain, that is also one of the objective of Montagne Fiorentine Model Forest's strategic plan. The financial instrument is the Tuscan PSR measure 124.

The final purpose is to re-organize the local forest sector trying to involve the largest number of operators and to create commercial partnerships.

The project is based on different actions: knowledge of the local forestry supply chain, new web portal, promoting location, "Model Forest Timber" trademark.

CARATTERIZZAZIONE DEGLI EFFETTI DELLE PRATICHE SELVICOLTURALI SULLA QUALITÀ DEL LEGNO

Marco Fioravanti¹

¹GESAAF Università di Firenze, Firenze, Italia, marco.fioravanti@unifi.it

Parole chiave: legno, qualità del legno, selvicoltura.

Keywords: wood, wood quality, silviculture.

Il legno è un materiale di origine biologica la cui formazione risente della complessità delle relazioni genetiche, stazionali e ambientali che possono interagire all'atto della formazione del tessuto, e nel corso delle sue successive modificazioni. Seppure non sia possibile separare la valutazione qualitativa del legno da quelli che sono le specifiche destinazioni d'uso, vi sono tuttavia degli aspetti di carattere generale che possono essere presi in considerazione quando si voglia operare una valutazione degli effetti delle pratiche selvicolturali sulle caratteristiche tecnologiche del legno.

Tale valutazione può riguardare la morfologia dei fusti (o degli assortimenti da essi ritraibili) e dei difetti in essi contenuti, e in questo caso può essere condotta mediante esame visuale, con l'ausilio di strumentazioni non distruttive, applicando, quando disponibili, anche regole di classificazione codificate in testi normativi, attraverso un processo che mira principalmente a valutare l'idoneità di un assortimento nei riguardi di un certo tipo d'impiego.

Quando si vuole invece determinare gli effetti di pratiche selvicolturali quali ad esempio l'ampiezza dei sestri d'impianto, tipologia ed intensità di diradamento, effetti di potature verdi ecc., sulla struttura del legno la valutazione richiede l'applicazione di metodologie diverse che interessano l'analisi anatomica ed ultrastrutturale del legno, e la sua caratterizzazione fisica, meccanica e micromeccanica.

Questo contributo intende principalmente affrontare questo secondo aspetto focalizzando l'attenzione su quella che viene definita la qualificazione biologica della qualità del legno. Verranno presi in esame i principali parametri anatomici, fisici e meccanici che possono essere utilizzati per la caratterizzazione del legno e le relative tecniche di misura nelle loro più recenti applicazioni.

Verranno infine discusse le implicazioni epistemologiche che derivano dallo sviluppo delle conoscenze relative alla fisiologia dell'albero, ed alla sua ormai acclarata capacità di percepire attraverso sistemi connessi di sensori meccanici le variazioni delle condizioni interne ed esterne, ed elaborare risposte attive in tempi talvolta molto brevi.

Characterizing the effects of silvicultural practices on wood quality

Wood is a material of biological origin whose formation is affected by the complexity of the relationships among genetic, environmental and site characters that might interact at the time of tissue formation, and during its subsequent evolution. Having clearly in mind that it is not possible to separate the qualitative evaluation of the wood from those that are its specific uses, however, there are aspects of a general nature that may be taken into consideration when the assessment of the effects of forestry practices on the technological characteristics of wood is required.

This assessment can concern the morphology of the stems (or timber obtainable therefrom) with the defects contained in them, and it can be carried out by visual examination - sometimes with the aid of non-destructive techniques - and applying, when available, classification standards, through a process that aims primarily to assess lumber or timber suitability for a certain type of application. However when the aim is that of determining the effects of forestry practices such as initial spacing, type and intensity of thinning, effects of green pruning etc., on wood structure, this evaluation requires the application of different methodologies concerning with the anatomical and ultrastructural analysis of wood, and with its physical, mechanical and micromechanical characterization.

This contribute is intended to primarily address this second aspect by focusing attention on what is called the biological control of wood quality. It will be discussed the main anatomical, physical and mechanical features and parameters that can be used for the characterization of wood as well as the related measurement techniques in their most recent applications.

Particular attention will be paid to the epistemological implications arising from the development of knowledge on the physiology of the tree, and its now clearly established ability to perceive through mechano-sensory networks, changes affecting internal and external conditions, and develop active feedback in times sometimes very short.

IL CONTRIBUTO DEL DESIGN ALL'INNOVAZIONE DI PRODOTTI IN LEGNO: LA CASE HISTORY "LISTONE GIORDANO"

Andrea Margaritelli^{1,2}

¹Gruppo Margaritelli, Miralduolo di Torgiano, Perugia, Italia; andrea@margaritelli.com

²Fondazione Guglielmo Giordano, Miralduolo di Torgiano, Perugia, Italia

Parole chiave: disegno industriale, tecnologia del legno, pavimenti lignei, innovazione industriale, marchio aziendale.

Keywords: industrial design, wood technology, wooden floors, industrial innovation, corporate brand.

È questione largamente condivisa, e ormai quasi scontata nel dibattito pubblico, che l'innovazione rappresenti un fattore critico di successo per preservare la competitività, e dunque le prospettive di sviluppo, delle imprese manifatturiere occidentali. Non potendo in genere contare su posizioni di vantaggio in termini di disponibilità di materie prime e costi della mano d'opera, è naturale che il focus dell'industria europea, ed italiana in particolare, sia destinato a spostarsi sempre più sul terreno della creazione di valore aggiunto di tipo intellettuale. Se sull'obiettivo ultimo esiste unanime convergenza, non altrettanto esplorato appare invece la questione dell'individuazione dei percorsi virtuosi che possono condurre all'innovazione, specie in un settore tradizionale, quale è tipicamente quello dell'industria del legno. La presentazione della *case history* "Listone Giordano" - marchio che contraddistingue un pavimento in legno brevettato in Italia grazie alla fertile collaborazione tra industria e università, e poi affermatosi a livello internazionale - si propone di offrire un contributo in questa direzione. Il termine "ricerca e sviluppo", applicato al campo industriale, richiama spesso alla mente come prima immagine quella di scienziati in camici bianchi con gli occhi fissi al microscopio, impegnati a ricercare nuove molecole e sperimentare nanotecnologie. Il caso di "Listone Giordano" mostra invece come la ricerca di laboratorio rappresenti una parte, certamente rilevante, ma tuttavia non esaustiva del significato attribuibile alla parola "innovazione". La componente della progettazione, ovvero del disegno industriale o design, inteso nella sua accezione più ampia, può infatti costituire una leva altrettanto efficace. E ciò è strettamente connesso con la costruzione del patrimonio identitario di un marchio, qualora questo non si intenda come semplice logotipo, in altre parole come puro elemento grafico votato alla massima riconoscibilità, ma spesso vuoto di significati. Il design può invece diventare ricca fonte di innovazione ed elemento di vera differenziazione sul mercato quando ha la capacità di alimentare prodotti e marchio dei valori fondamentali di un'azienda: alcuni materiali ed immediatamente visibili, altri intangibili, ma non per questo meno concreti e determinanti nel successo di impresa.

"Listone Giordano" ha scelto di porre al centro della propria identità, oltre a tecnologia del legno e ricerca estetica, anche rispetto della natura e interpretazione autentica del patrimonio di cultura, sensibilità artistica e stile di vita italiani. In questo senso si evidenzia come il ruolo del design sia stato fondamentale. Nell'operazione di sintesi tra termini fra loro non sempre facilmente conciliabili come estetica ed etica, ovvero bellezza esteriore e sostanza, apparenza ed essenza, superficie e polpa. Così come nell'armonizzazione tra tecnologia e natura, industria e ambiente, impresa e cultura.

La *case history* esposta mostra come la ricerca possa rappresentare percorso e coinvolgimento totale di impresa oltre che mirare alla semplice innovazione di prodotto: si caratterizza, infatti, per la forte attenzione dedicata alla progettazione di tutti gli aspetti che riguardano anche gli strati più profondi, e dunque meno appariscenti, dell'intera attività produttiva. In particolare in questo percorso, che può essere più propriamente definito come "ricerca di impresa", sono riconoscibili quattro distinte direttrici:

- area Tecnologia/materiali: la ricerca delle prestazioni più avanzate;
- area Estetica/design: la ricerca di nuove forme e nuovi significati;
- area Ambiente/salute: la ricerca del rispetto e della responsabilità;
- area Arte/cultura: la ricerca delle radici e dei valori del proprio territorio d'origine.

The contribution from design to the innovation of wooden products: the “Listone Giordano” case history

The fact that for western manufacturing firms innovation represents a critical success factor for maintaining competitiveness, and therefore development perspectives, is widely agreed and nowadays almost taken for granted in the public debate. Since European industries, and Italian ones in particular, typically can not count on positions of advantage in terms of availability of raw materials and cost of labour, it is clear that their focus inescapably needs to move more and more towards creating added value of the intellectual type.

Although an unanimous consensus exists about such ultimate objective, the question of identifying the virtuous path that can lead to innovation does not appear as much explored; this holds especially true in a traditional sector, such as the timber industry. The presentation of the “Listone Giordano” case history aims to offer a contribution towards this objective: in fact such wooden floor trademark brand which was initially patented in Italy thanks to the fertile collaboration between Industry and University, was then later established internationally. If applied to the industrial field the term “research and development” often recalls to mind, as the first image, scientists in white coats with eyes fixed on the microscope, committed to researching new molecules and experimenting nanotechnologies.

However, the case of “Listone Giordano” shows that laboratory research represents just a component, certainly relevant but not exhaustive, of the meaning which can be attributed to the term “innovation”. The industrial design component, considered in its broadest sense, can in fact be a lever as effective as the laboratory research. And building up such component is closely connected with the “manufacturing” of the “identity heritage” of a brand, provided that the term “brand” is not meant just as a mere logotype, nor as a pure graphic sign intended for the maximum recognisability but often meaningless. Conversely, the design can become a rich source of innovation and an element of real differentiation in the market, provided it has the ability to put into products and brand the core values of a Company: some of them are material and immediately visible, others are intangible, but no less concrete and decisive in business success.

“Listone Giordano” has chosen to focus its own identity not only on wood technology and aesthetics research, but also on respect for nature and authentic interpretation of the legacy of the Italian culture, artistic feel and lifestyle.

Towards such objective, it is evident that the role of design has been fundamental; not only in order to synthesize terms not always easy to reconcile with one another, such as aesthetics and ethics, external beauty and substance, appearance and essence, surface and flesh; but also in order to harmonize nature and technology, industry and the environment, business and culture.

This case history shows that research can be both a path and a total company involvement, not just merely aiming to product innovation: here research has been actually characterized by the strong attention given to the design of all aspects including the deepest, and hence least conspicuous layers of the entire production.

More specifically in this research path, which can be more properly defined as “Company research”, we can recognize four distinct guidelines:

- Technology/materials area: the search for higher performance;
- Aesthetics/design area: the search for new forms and meanings;
- Environment/health area: the search for respect and responsibility;
- Art/culture area: the search for roots and values of our own homeland.

TECNICHE DI ANALISI NON DISTRUTTIVE PER LA STIMA DELLA QUALITÀ DEGLI ASSORTIMENTI LEGNOSI

Andrea Rosario Proto¹, Giuseppe Zimbalatti¹, Bruno Bernardi¹

¹Università degli Studi Mediterranea - Dipartimento di Agraria, Feo di Vito, Reggio Calabria, andrea.proto@unirc.it

Parole chiave: analisi acustiche, NDT, qualità, assortimenti legnosi

Keywords: acoustic technologies, NDT, quality, potential wood product

Come è noto il legno di un albero sano è un ottimo conduttore di suoni mentre il legno alterato ha invece una maggiore capacità di assorbirli; in particolare la velocità raggiunta dalle onde che si propagano all'interno del legno sano è di gran lunga superiore rispetto alla velocità delle onde che devono percorrere una maggiore distanza a causa di una discontinuità dei tessuti legnosi alterati. Una prima serie di strumentazioni, che da alcuni anni si stanno diffondendo nel settore forestale per la stima della continuità/discontinuità dei tessuti legnosi, funziona attraverso l'applicazione di due sensori alle estremità del diametro del fusto da cui un'onda sonora viene generata da un primo sensore e recepita dal secondo. Pertanto, la percussione di un sensore produce un suono che idealmente percorre questa linea e raggiunge il secondo nel minor tempo possibile (max velocità) ma se la linea che congiunge i due sensori intercetta un difetto

(cavità, marciume, ecc.), l'onda sonora lo aggira individuando un percorso alternativo che evita la zona alterata ma che richiede un maggiore tempo di propagazione. Sulla base di questo principio di funzionamento si sono sviluppati una differente tipologia di strumentazioni in grado di assimilare una serie di informazioni, decodificandole in maniera opportuna, e in grado così di fornire una serie di parametri indicativi. Le applicazioni di queste tecnologie possono essere impiegate per ottenere sia indicazioni su alberi in piedi e sia su tondame appena abbattuto e su assortimenti parzialmente lavorati; ciò che cambia sono principalmente gli strumenti e i sistemi di propagazione e di ricezione delle onde. Alcuni di questi strumenti, conosciuti col nome di "martelli elettronici ad impulsi", producono un suono tramite la percussione di un martello sul sensore starter ed è captato dal sensore ricevente. L'unità di controllo misura automaticamente in microsecondi il tempo che passa tra la percussione sul primo sensore e l'arrivo dell'onda al secondo sensore fissando questo valore sul display. Basta misurare la distanza fra i due sensori per calcolare la velocità di propagazione dell'onda sonora. Un'ampia bibliografia è disponibile sull'impiego di questi strumenti ed è consolidato il loro uso per ottenere risposte di tipo qualitativo e immediato. Il loro impiego è esteso: dalla classificazione del legname da opera, alla selezione del legno per strumenti musicali, dalla verifica delle strutture lignee alla valutazione della stabilità degli alberi. Un altro importante utilizzo di tale tecnologia riguarda la possibilità di determinare il modulo di elasticità su lunghezze assai variabili e soprattutto in tempi brevissimi. Un aspetto molto importante per le aziende che producono legname da opera, in quanto in pochi minuti possono rilevare questi dati su molti punti del fusto e/o tondame e determinare quale sezione eventualmente non è idonea per i successivi interventi di trasformazione.

L'obiettivo di questo lavoro è quello di evidenziare ad oggi quali sono le tecnologie e gli strumenti più appropriati al settore forestale e i possibili impieghi utili all'interno dell'intera filiera produttiva foresta-legno. Infatti, la qualità degli assortimenti legnosi ritraibili dalle utilizzazioni forestali è un aspetto che non può più competere solo alle aziende di trasformazione del legname, ma che compete all'intero settore che in questi ultimi decenni non riesce a valorizzare e nobilitare le proprie produzioni forestali.

NDT acoustic technologies for the assessment of wood quality

As is known, the wood of a healthy tree is an excellent conductor of sounds while wood altered instead has a greater capacity to absorb; in particular the speed reached by the waves that propagate inside the healthy wood is far higher than the speed of the waves must travel a greater distance due to a discontinuity of the woody tissues altered. Several instruments, which for some years are spreading in the forestry sector to estimate the continuity / discontinuity of the woody tissues, work through the application of two sensors at the ends of the diameter of the stem from which a sound wave is generated by a first sensor and transposed by the second. Therefore, the percussive of a sensor produces a sound that ideally follows this line and reaches the second in the shortest possible time (maximum speed), but if the line joining the two sensors detects a defect (cavity, rotting, etc.), the sound wave identifies an alternative route that avoids the altered zone but that requires a greater propagation time. On the basis of this principle of operation, different type of instrumentations have been developed and they are able to assimilate a variety of information and thus able to provide a series of parameters indicative. The applications of these technologies can be used for standing trees, roundwood and lumber. Some of these tools, known as "hammer electronic," produces a sound from the percussive of a hammer on the first sensor (starter) and is identified by the second sensor (receiver). The control unit automatically measures in microseconds the time between the percussive on the first sensor and the the incoming wave to the second sensor, by showing this value on the display. The speed of propagation of the sound wave has calculated measuring the distance between the two sensors. Extensive bibliography is available on the use of these instruments and their use is established in order to obtain qualitative and immediate responses. Their use shall be appropriated in several topics: the classification of timber work, the selection of wood for musical instruments, verification of wooden structures and the assessment of the stability of the trees. Another important use of this technology is the possibility to determine the modulus of elasticity from widely varying lengths of logs or tree and especially in very short times. A very important aspect for companies that produce wood for building because in a few minutes can detect these data on several points of the stem and / or roundwood and possibly determine which section is not suitable for the transformation interventions. The objective of this work is to highlight today what are the technologies and tools most appropriate to the forestry sector and possible applications useful within the entire production chain forest-wood. In fact, the quality of wood assortments obtainable from forest is an issue that can no longer compete only for companies of processing timber, but it is for the forest whole sector because in recent decades their production forestry is losing economic value.

ROUND TABLE

TAVOLA ROTONDA

***SILVICULTURE FOR THE FUTURE:
A GLOBAL OUTLOOK***

**SELVICOLTURA PER IL FUTURO:
UNA VISIONE GLOBALE**

Chairperson

Susanna Nocentini

COMPLEXITY SCIENCE GUIDED MANAGEMENT OF FORESTS: VIEWING FORESTS AS COMPLEX ADAPTIVE SYSTEMS IN AN UNCERTAIN WORLD

David Coates¹, Christian Messier²

¹Ministry of Forests, Lands and Natural Resource Operations, Smithers, British Columbia, Canada

²Centre for Forest Research, Université du Québec à Montréal (UQAM), Montreal, Canada and Institute of Temperate Forest Sciences, Université du Québec en Outaouais (UQO), Ripon, Canada

The world's forests and forestry sector are facing unprecedented biological, political, social and climatic challenges. The development of appropriate, novel forest management and restoration approaches that adequately consider uncertainty and adaptability are hampered by a continuing focus on production of a few goods or objectives, strong control of forest structure and composition, and most importantly the absence of a global scientific framework and long-term vision. We argue here that viewing forest ecosystems as complex adaptive system provides a better alternative for both production- and conservation-oriented forests and forestry. We propose a set of broad principles and changes to increase the adaptive capacity of forests in the face of future uncertainties. These span from expanding the sustained-yield, single-good paradigm to developing policy incentives and interventions that promote self-organization and integrated social-ecological adaptation.

Keywords: self-organization, forestry, adaptability, scientific framework.

Parole chiave: autorganizzazione, scienze forestali, adattabilità, quadro di riferimento scientifico.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-dc-com>

1. Introduction

An evolving direction for natural-resource management is to view forests through the lens of complexity science. A major attraction of complexity science is that it provides a conceptual framework to promote the long-term productivity, biodiversity, and adaptability of forest ecosystems and an integrative, multidisciplinary approach to studying the structure and dynamics of forest ecosystems. The various components and processes in a forest are no longer viewed as decoupled entities. Complexity science views forest ecosystems, stands and landscapes as integrated social-ecological systems. It calls for a shift from the pursuit of specific stand-scale objectives toward a more flexible multi-scale perspective that considers site- stand- and landscape-scale processes and their interactions. It acknowledges variability and uncertainty in environmental, biological, economic, and social conditions. Applications to forest management are just beginning to emerge.

Complexity science can aid forest managers and policy makers in understanding how ecosystems respond to change and how management can influence these responses in a dynamically changing environment. Viewing forests as integrated social-ecological systems and then applying complexity science theory to improve their management could be the greatest paradigm shift since the introduction of early forest management theories in the 1800's by German foresters. Traditional forest management was not designed to handle the

emerging challenges stemming from the increased uncertainty and rapid pace of social, climatic, and environmental changes in our modern world. The past forestry paradigm viewed forests and the goods and services forests provide as inherently stable and consequently focussed on the notion of an "optimal" forest structure and composition. Nor did it fully recognize the inherent uncertainty of the future and the need to promote adaptability instead of predictability. Uncertainty of future conditions has always been there, but it has become even more important in the last few decades due to the rapid societal, environmental and climatic changes that we are experiencing. And this will accelerate in the future. We now understand that seemingly small changes can sometimes lead to system-scale impacts in forests via phenomena that link processes across scales. Local interactions may trigger the emergence of patterns or processes at larger scales. These dynamics occurring at various temporal and spatial scales are inherently hard to predict since a small changes in the initial conditions of the system or in the external environment (e.g. many mild winters) can get amplified quickly due to the non-linearity of many of these relationships. Long-standing approaches to forest management, especially the notion of "high" predictability, are challenged when viewing forests through the lens of complexity science. When viewing forests as complex systems, the emphasis of management shifts from the traditional view of long-term predictability and sustainability of very specific products to one that

acknowledge uncertainty and promotes the adaptability of the forest so as to maintain or increase the overall resilience of forest ecosystems, stands and landscapes. Forest managers now consider and evaluate the short- and long-term viability of specific practices in a framework that minimizes risk and reduces the chance of undesirable future outcomes.

The prediction of the future states of ecosystems, stands and landscapes cannot be made with precision. Non-linear dynamics, feedback between entities at different hierarchical levels, emergence, and constantly changing external drivers or boundary conditions (e.g., environmental variability, climate change, global economy) all contribute to future uncertainty. With this in mind, the tools that we use or develop should incorporate and accept this inherent inability to predict precisely the future and acknowledge that changes or adaptation to known and unknown future conditions are not only something that we must accept, but rather something that has to be promoted and planned from the outset in management plans.

Under this new paradigm, management interventions would not be aimed at reaching a precise objective or goal in the future but instead aim at making sure the system (or the forest) has all of the elements to continue to change and adapt to produce the desirable goods and services in the future. A good analogy would be the education of our children today. Schooling and parenting should not be aimed at producing a specific adult that will do a certain job that we predict will be necessary in 30 years, but rather an very adaptable and resilient individual that will be able to navigate through the complex and increasingly changing world of the future. Given the inherent uncertainty of complex systems, the future of an individual stand (or a regional landscape) should be discussed in terms of scenarios and “envelopes” or ranges of possible future states rather than precise predictions.

One envelope should include all possible future states of the stand for a single scenario, given current knowledge of the system’s state and functioning. Stands and landscapes should be evaluated more in terms of how resistant and resilient (or adaptable) they are to future unexpected events than in terms of producing a few well known products or services.

The future of a stand can be conceived in terms of ensembles of likely future system states, given a particular management scenario and external drivers. A series of scenarios may be explored through modeling to ascertain which policies will keep the stand within an acceptable range. The best use of simulation models is to develop and explore future scenarios and to serve as decision support tools by allowing greater insight into the possible responses of the system to proposed policies. Models that represent the local behaviors and interactions of individuals with representations of environmental processes are increasingly being used for scenario building. How is using complexity science to guide forest management different from traditional forest management? There is more involved than choosing or modifying traditional tools or choosing different silvicultural systems. Using complexity science to manage forests requires a new

viewpoint, new decision criteria, and new tools. In the past, forest management approaches were generally aimed at optimizing a restricted number of ecosystem components or maintaining certain stand structures by mimicking natural disturbance regimes. Managing forests as complex adaptive systems will require land managers to broaden their focus to assess how practices affect all properties of the system, with a special emphasis to adaptability. There will be greater emphasis on multiple temporal, spatial and hierarchical scales, more explicit consideration of interactions among multiple biotic and abiotic components of forests, the need to understand and expect non-linear responses, and the need to plan for greater uncertainty in future conditions.

2. Actions to implement complexity science guided forest management

- Replace the sustained single good or objective-yield paradigm with one that integrates risk/flexibility/adaptability into scenarios of sustained provision of various goods and services. This is a core action needed to allow the complexity science management paradigm to move forward.
- Promote self-organization and adaptability. Focus on building adaptive capacity by managing for specific species and functional diversity in an ever-changing biological and social environment. Functionally diverse, mixed-species stands support species with different biotic and abiotic sensitivities and recovery mechanisms following disturbances, thus ensuring the ability of ecosystems to self-organize, increasing their adaptive capacity.
- Manage at multiple scales with explicit linkages among all levels. Viewing management effects at different organizational levels and recognizing interactions among them will provide insight into potential positive or negative effects on self-organization pathways.
- Plan and assess interventions across a range of spatial and temporal scales, e.g., from plant neighborhoods to landscapes. Greater attention must be paid to maintaining variability in stand structures and tree species compositions at different spatial scales and across all temporal (or successional) stages of forest development. Explicitly work with interactions among species to promote productivity.
- Measure success at the appropriate temporal and spatial scale. Question if current procedures are properly capturing success.
- Plan and develop long-term scenarios and work with envelopes of possibilities and alternate futures using new analytical tools and models that specifically acknowledge the prevalence of highly uncertain social, economic, climatic, and ecological conditions.
- Allow social-environmental systems to self-organize and adapt to novel biological, environmental, and social conditions. Avoid general top down rules. Promote an approach where interventions are minimized and aimed at facilitating bottom-up developments, inherent to complex systems, to maintain adaptive capacity while providing desired goods and services.
- Monitor to determine actual conditions. Focus monitoring on more than average conditions.

Explicitly include aspects of variability. Include information about feedbacks and thresholds (establish how close and the direction of movement toward or away from critical threshold). Sample at multiple scales in space and time. Identify and monitor key linkages between interacting agents and the external environment that may cause undesirable outcomes. Adapt monitoring protocols as necessary to incorporate new requirements or to better meet the needs of scientific analyses. Overall purpose is to determine if management intervention is required.

- Increase involvement of local communities and stakeholders to ensure that future forests are better aligned with the needs and preferences of local people.

3. Background information on important concepts

3.1 Complexity science and complex systems

Complexity science has a strong conceptual foundation that is based on work in numerous fields. It is not a discipline per se, but a set of theoretical frameworks that can apply to biological, economic, social and political problems and challenges.

A complex system is adaptive when individual components are constantly reacting to one another and outside influences, thus continually modifying the system and allowing it to adapt to altered conditions. Forests are different from strictly physical and chemical complex systems because of their ability to self-organize and change over time.

Forests have ecological attributes - such as diversity, cross-scale interactions, memory and environmental variability - that make them not just complex, but also adaptive systems. Although there is no universally accepted definition of a complex system, most researchers would agree that a complex system (1) is composed of many interacting components and (2) has structure and dynamics that are the collective result of these interacting components and are thus difficult to analyse or describe using only one scale or resolution. Complexity science provides a trans-disciplinary framework to study complex systems characterized by (1) heterogeneity, (2) hierarchy, (3) self-organization, (4) openness, (5) adaptation, (6) memory, (7) non-linearity, and (8) uncertainty.

Forests are heterogeneous, highly dynamic and contain many biotic and abiotic elements that interact across different levels of organization with various feedback loops. Changes in forest dynamics are driven by bottom-up linkages and interactions that bridge temporal, spatial, and hierarchical scales. Forests are subject to continual change. Their states will change with changing external or internal drivers. We now understand that these dynamics can be non-linear and are typically far from being in equilibrium, such that the response of the system may not be proportional to a disturbance or management intervention. Forests should be viewed as being composed of systems made up of systems. This conceptualization is fundamental to understanding and interpreting their dynamics. It provides a framework with which to explain many examples of emergence as well as the potential for interactions between processes and entities across hierarchical, spatial, and temporal scales. This framework acknowledges that the geophysical

environment is not a fixed background but rather structures, and is structured by, human and ecological processes.

Complex systems are not well understood using the classical or Cartesian modes of thinking used in reductionist or determinist science. Reductionist science focuses on the study objects by investigating individual components in isolation. In contrast, complexity science suggests that a system can be better understood or managed by focusing on the interactions among the various components of the system.

3.2 Adaptive capacity

Adaptive capacity refers to the ability of the system to modify its structure and composition under changing social and ecological conditions without losing its essential functions. In a forest restoration and management context, this may be the ability of forests to respond to changing host-pest interactions and climatic conditions, while at the same time continue to provide essential ecosystem services to society, such as wood in a global changing market, and to support habitats for native biodiversity.

The idea of the adaptive capacity of forest ecosystems does not receive adequate attention when the emphasis of environmental policies and "command and control" management is on optimal stand structures and composition or the production of a single good or service (e.g., wood, recreation, or water). In contrast, focusing on maintaining the adaptive capacity of forest ecosystems in the context of rapid and uncertain global socio-environmental changes provides the best assurance that forests will continue to provide a full set of goods and services in a variable and uncertain future, including timber production, carbon storage, water quality, biodiversity, disease regulation, and maintenance of climate and soil properties.

Ecosystems will always adapt, but that shouldn't be interpreted that all changes or adaptation are socially acceptable. Adaptation is value free and an assessment of resilience may be necessary to decide whether the ecosystem stays within (human defined) limits of environmental quality. Management based on complexity science principles must ensure that forested ecosystems have all of the elements needed, and the redundancy of elements, to be able to adapt while maintaining the important ecosystem services.

RIASSUNTO

Gestire le foreste sulla base della scienza della complessità: considerare le foreste come sistemi complessi e adattativi in un mondo incerto

Le foreste e il settore forestale mondiale si trovano di fronte a nuove sfide biologiche, politiche, sociali e climatiche.

Lo sviluppo di approcci di gestione e ripristino delle foreste appropriati e innovativi e che considerino adeguatamente l'incertezza e l'adattabilità, è ostacolato dal perdurare focalizzarsi sulla produzione di pochi beni o

su pochi obiettivi, dal forte controllo della struttura e composizione delle foreste e, cosa più importante, dall'assenza di un quadro di riferimento scientifico globale e di una visione di lungo termine.

Qui sosteniamo che considerare gli ecosistemi forestali come sistemi complessi e adattativi fornisce una migliore alternativa sia per foreste e attività forestali orientate alla produzione sia per quelle orientate alla conservazione.

Proponiamo un insieme di ampi principi e cambiamenti per aumentare la capacità adattativa delle foreste a fronte delle future incertezze. Questi vanno da espandere il paradigma della produzione massima e costante di un singolo bene a sviluppare incentivi e politiche che promuovano l'autorganizzazione e l'adattamento socio-ecologico integrato.

REFERENCES

- Campbell E.M., Saunders S.C., Coates K.D., Meidinger D.V., MacKinnon A., O'Neill G.A., MacKillop D.J., DeLong S.C., Morgan D.G., 2009 – *Ecological resilience and complexity: a theoretical framework for understanding and managing British Columbia's forest ecosystems in a changing climate*. B.C. Min. For. Range, For. Sci. Prog., Victoria, B.C. Tech. Rep. 055, Available from:
www.for.gov.bc.ca/hfd/pubs/Docs/Tr/Tr055.htm
- Filotas E., Parrott L., Burton P.J., Chazdon R.L., Coates D.K., Coll L., Haeussler S., Martin K., Nocentini S., Puettmann K.J., Putz F.E., Simard S.W., Messier C., 2014 – *Viewing forests through the lens of complex systems science*. *Ecosphere*, 5 (1): art. 1.
<http://dx.doi.org/10.1890/ES13-00182.1>
- Messier C., Puettmann K., Chazdon R., Andersson K.P., Angers V.A., Brotons L., Filotas E., Tittler R., Parrott L., Levin S.A., 2014 – *From management to stewardship: viewing forests as complex adaptive systems in an uncertain world*. *Conservation Letters*.
<http://dx.doi.org/10.1111/conl.12156>
- Messier C., Puettmann K.J., Coates K.D., 2013 – *Managing forests as complex adaptive systems: building resilience to the challenge of global change*. Routledge, New York, USA.
- Parrott L., Meyer W.S., 2012 – *Future landscapes: managing within complexity*. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 10 (7): 382-389.
<http://dx.doi.org/10.1890/110082>
- Puettmann K.J., Coates K.D., Messier C., 2009 – *A Critique of Silviculture: Managing for complexity*. Island Press, Washington, DC.

SILVICULTURE TO ENHANCE THE ADAPTIVE CAPACITY OF FORESTS

Klaus J. Puettmann¹

¹Department of Forest Ecosystems and Society, Oregon State University, Corvallis, USA;
Klaus.Puettmann@oregonstate.edu

The presentation highlights the hypothesis that viewing forests as complex adaptive systems can help forest management to enhance the adaptive capacity of forests. It provides an example, how scientific concepts derived from the complexity literature relate to forest ecosystems and can be used to develop and assess specific silvicultural practices. The threshold concept is key to understanding ecosystem dynamics and has received a lot of attention in the context of complex adaptive systems. The threshold concept can provide insights why systems are not able to change and adapt. Complex adaptive systems theory suggests that the conditions that prevent ecosystems from changing can be grouped into two sets, labeled rigidity and poverty traps. Examples of rigidity traps include old-growth forest where components are highly connected, nutrients are mostly locked up in a few shade tolerant tree species, and forests have little opportunity to change from internal processes, despite being sensitive to high intensive, large-scale disturbances. In contrast, poverty traps reflect systems right after disturbances with high diversity, but e.g., where frequent disturbances prevent high connectedness among components and do not allow succession to occur. Using an example from a thinning study, I show how the concepts of rigidity and poverty traps in conjunction with the panarchy cycle can be used to gain more conceptual understanding of ecosystems adaptability and thus provides insights in how silviculturists can evaluate practices in this context. For example, small scale management disturbances may help overcome rigidity gaps, such as creating canopy gaps or variable density thinnings. Alternatively, encouraging future seed sources, either through thinning operations or maintenance of seed bearing trees or neighboring stands, may be helpful to facility ecosystems to overcome poverty traps.

Keywords: adaptive capacity, thresholds, ecosystem dynamics.

Parole chiave: capacità adattativa, soglie, dinamiche ecosistemiche.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-kjp-sil>

1. Introduction

Recent trends in ecological, economic, and political conditions suggest that forest ecosystems will experience novel conditions that do not have an historical equivalent (Hobbs and Hices, 2013). This raises the question whether traditional forest management approaches and practices are suitable in the future or whether novel management approaches are needed (Seastedt *et al.*, 2008). Several colleagues and I suggested that viewing forests as complex adaptive systems provides new unique insights that will be helpful when managing novel ecosystems (Puettmann *et al.*, 2009; Messier *et al.*, 2013).

While complex systems theory has been used in other settings, for example economics, business cycles, and transportation (Waldrop, 1992), it has received little attention in ecology (Levin, 1999) and even less in forestry (Drever *et al.*, 2006). Consequently much of the early writings are focused on concepts and theory and much work still needs to be done to work out how these theories can be utilized in forest applications (Puettmann, 2014). This presentation provides an example how a scientific concept from complexity theory may be interpreted ecological contexts, and how it can

be used to provide guidance for development and assessment of silvicultural practices.

2. Background

In the past much of the work investigating how forests respond to perturbations has focused on understanding ecosystem stability, specifically on aspects of resistance and resilience (Gunderson *et al.*, 2009). Complexity theory suggests that systems continuously change and long-term developments are based on their ability to adapt to new changing conditions (Levin *et al.*, 2013), but ecologists and foresters have paid less attention to this aspect. An understanding how systems adapt (defined as the ability to adjust to changing internal and external conditions) to changes while at the same time providing all desired ecosystem goods and services (labeled “acceptable” below) appears key for future forest management (Puettmann, 2014). Specifically, this understanding can then be used to develop and implement silvicultural practices that increase the adaptive capacity of ecosystems i.e., their ability to respond to surprises in an “acceptable” way. Following, I will elaborate on thresholds; one of the key scientific concepts of complexity science that is

crucial for understanding adaptive capacity and adaptation (Andersen *et al.*, 2009). My goal is to provide insights how a more formal understanding of the threshold concept can be used to develop and assess silvicultural practices that increase adaptive capacity of ecosystems.

As suggested above, the concepts of adaptability and stability are directly related. Much of our understanding about what keeps systems stable, can be more or less directly translated into an understanding of what keeps systems from changing and adapting. For example, negative feedback loops have been shown to be key self-enforcing mechanisms to balance out changes in external conditions (Bonan, 2008). A more detailed analysis of such processes suggests that conditions which prevent ecosystems from adapting can be described by two distinct models as rigidity traps and poverty traps (Carpenter and Brock, 2008).

3. Rigidity and Poverty Traps

Rigidity traps are present when systems are highly connected, rigid, and inflexible (Allison and Hobbs, 2004). Mature old-growth forests can be viewed as an example of an ecosystem in a rigidity trap (Carpenter and Brock, 2008). Much of the biomass and nutrients are typically tied up in late successional tree species. Successional and stand dynamic processes had sufficient time to encourage connectedness, i.e., interactions such as competition and facilitation are dominant. Typical small scale disturbances do not lead to great modifications of structure and function. For example, mortality of single or small groups of trees typically leads to recruitment of shade tolerant trees, thus basically maintaining continuity of species composition and structural characteristics. Forests in the rigidity traps are not able to change through internal processes. However, such ecosystems are susceptible to intensive, large-scale disturbances that shift the ecosystem's structure and functioning to the point that they may compromise the ecosystem's ability to provide desired ecosystem goods and services. In many old-growth stands in the western US, stand replacing fires are an example of such disturbances.

In contrast, poverty traps contain a high diversity of components with low connectedness. Such conditions are found e.g., in forests after recent disturbances, especially when multiple disturbances occur at high frequencies (Carpenter and Brock, 2008) and disturbance tolerant shrubs, such as chaparral dominate. Thus, the potential for change is high, but it is not realized due to e.g., frequent external disturbances that prevent succession to proceed. Similarly to rigidity traps, poverty traps cannot be easily overcome through internal processes.

4. Ecosystem Dynamics

To develop principles that allow silvicultural practices to be assessed in terms of their ability to overcome rigidity and poverty traps requires viewing these concepts in the context of larger scale ecosystem

dynamics. Specifically the panarchy cycle provides useful insights in this context (Gunderson and Holling, 2002, Drever *et al.*, 2006). For example, ecosystems in the conservation phase of the panarchy cycle have characteristics typically associated with rigidity traps, such as high connectedness. In contrast, ecosystems in the later parts of the release and the reorganization phases exhibit high diversity but low connectedness and thus can be viewed as examples of ecosystems in a poverty trap (Holling, 2001). Holling and coworkers (Gunderson and Holling, 2002) suggested two principles based on cross-scale interactions that are key for "creating and sustaining adaptive capability" (Holling, 2001, page 398) and thus can be utilized as a basis for forest management practices during the conservation phase and reorganization phases (Gunderson and Holling, 2002). To overcome rigidity traps, selected small-scale interventions ("revolt" sensu Gunderson and Holling 2002) can encourage changes in ecosystems in the conservation phase that do not have the same negative impacts as intensive, large-scale stand replacing disturbances. For example, silvicultural treatments such as cutting gaps or thinning to lower densities in old forests can break up the homogeneity in terms of structure and tree species composition, especially when early successional species regenerate (Ares *et al.*, 2010). This can be viewed as reducing the connectedness and increasing the diversity during the conservation phase and thus can act as a practice that may help ecosystems overcome rigidity traps. In contrast, poverty traps, which play out during the later release and reorganization phase, can be overcome by cross-scale interactions driven by a larger-scale cycle. This can be viewed as creating a type of memory ("remember" sensu Gunderson and Holling, 2002). Specifically, practices aimed at overcoming poverty traps are encouraging the variety of ecosystem components that may be negatively influenced during the release phase, but that can maintain or regain their functions and thus be quite influential moving the ecosystems through the reorganization phase (Drever *et al.*, 2006). For example, silvicultural practice that encourage seed productions, seed banks, or the sprouting ability of plants will facilitate the reorganization of ecosystems after disturbances and accelerate successional development.

Ecosystems that are considered in a rigidity or poverty trap can provide a challenge for silviculturists, specifically when external changes or trends, e.g., climate change, suggest that current ecosystem conditions are not adequate or suitable to provide the desired ecosystem goods and services in the future (Puettmann, 2011). In such situations silviculturists may be called upon to initiate or facilitate processes that initiate or encourage ecosystems to overcome the traps, while allowing ecosystems to change and adapt and at the same time provide desired ecosystem goods and services during this transition. I propose that a detailed understanding of factors and processes associated with rigidity and poverty traps and how these factors and processes are impacted by silvicultural practices is crucial in such situations.

5. Silviculture Example

Silvicultural practices to overcome rigidity traps reduce connectedness and increase species diversity include high intensity or variable thinnings and cutting small gaps to establish a wider variety of species. Other examples include introduction or fostering of new tree species through seeding or planting. Both these practices should pay special attention to establishing early successional species, thereby increasing diversity, reduce connectedness, and thus shift the internal processes that determine system behavior (Dodson *et al.*, 2014).

In contrast, silvicultural practices that stress “remember” or legacies include thinning or other practices that increase the amount and diversity of understory vegetation or encourage the establishment of advanced regeneration (Ares *et al.*, 2010; Dodson *et al.*, 2014). In this case, species are of special interest that can survive or re-establish quickly after disturbances, such as sprouting species, species that can tolerate stress, such as drought, and species with the long-lived seed bank (Neill and Puettmann, 2013). Other practices to encourage ecosystems to overcome poverty traps include treatments such as thinning or fertilization that encourage seed production of trees that may survive large-scale disturbances. Alternatively, silvicultural treatments that encourage refuge areas in the context of landscape connectivity may provide seeds or provide habitat for key plants, animals, fungi, pollination sources, etc. that can reinvade and may be crucial for ecosystems as they reassemble after disturbances (Drever *et al.*, 2006). These treatments are especially valuable, if they are designed to ensure that desired ecosystem goods and services can be provided throughout the release and reorganization phase.

Next, I highlighted an example how silvicultural practices may have to be modified to encourage conditions that overcome rigidity traps and poverty traps. Data for this example came from the Density Management Study (Cissel *et al.*, 2006), in which we modified conventional thinning approaches to increase the spatial variability in otherwise homogenous Douglas-fir stands in western Oregon. Conventional thinning operations are typically designed to achieve homogenous conditions and to encourage growth of the residual trees. If the main objective is maximizing income, residual spacing and spatial layout, as well as selection criteria for cut and leave trees, typically focus on finding the optimal balance between individual tree and stand growth (Nyland, 2002). To encourage the adaptive capacity, we left leave islands untreated and created gaps (both from 0.1 to 0.4 hectare in size) and

areas with low residual densities (e.g., 50 trees per hectare) in addition to the conventional thinning areas with different residual densities. Our findings suggest that practices modified to encourage forests to overcome rigidity and poverty traps can be applied successfully on an operational basis and be profitable (Cissel *et al.*, 2006; Dodson *et al.*, 2012). Our treatments increased the spatial variability of overstory and understory vegetation and established natural regeneration of a variety of trees and other plants, including early successional species (i.e., increasing diversity and reducing connectedness). The higher amount of understory vegetation (Ares *et al.*, 2010) can act as a stabilizing force during the release and reorganization phase when, for example, overstory trees are killed by insects or windstorm (i.e., act as “remember” agents). Further detailed investigation highlighted that our treatments increased selected amount and diversity of understory species that are key for provision of food for wildlife and insects and at the same time are tolerant to drought and higher temperatures or able to re-sprout after disturbances. Thus, our treatments favoured elements that will allow forest ecosystems to adapt to various aspects of climate change, while providing various food sources for wildlife (Neill and Puettmann, 2013). Consequently, we concluded that the treatments, as applied in our study, were successful in facilitating mature *Douglas-fir* forests overcome rigidity and poverty traps and thus increased the adaptive capacity of the ecosystems to react to perturbations.

6. Conclusion

The presentation concludes that the hypothesis was supported that concepts from complexity science like rigidity and poverty traps and the panarchy cycle can be useful when developing and assessing silvicultural practices in regards to their influence on adaptive capacity. As a next step, researchers and foresters need to test this hypothesis further by evaluating whether these principles are useful in a wider variety of ecosystems and management situations. Furthermore, researchers and foresters should assess their current suite of practices in this context, specifically whether silviculture practices influence specific factors associated with rigidity and poverty traps, and how these practices may have to be modified to facilitate that ecosystems overcome such traps. If such efforts are successful, the application of the trap and the associated threshold concepts can provide an example, how scientific theories from complexity science can be applied to develop silvicultural treatments that encourages the adaptive capacity of ecosystems.

Table 1. Selected characteristics of poverty trap and rigidity traps (modified from Carpenter and Brock, 2008).

<i>Rigidity Trap</i>	<i>Poverty Trap</i>
Highly connected, self-reinforcing inflexible	Heterogeneity/diversity is high
Nutrients locked up few species	Connectedness is low
Little opportunity to change from endogenous process	Potential for change is high, but not realized
Susceptible to high intensity, large-scale disturbances	Frequent changes or disturbances do not allow succession to occur

Table 2. Examples of vegetation characteristics that can facilitate forest ecosystems to overcome rigidity and poverty traps.

<i>Rigidity Trap</i>	<i>Poverty Trap</i>
Canopy gaps or low density areas	Understory vegetation
Tree regeneration of a variety of species	Advanced tree regeneration
Early seral vegetation	Refuges, legacies (at stand and landscape scales)
New, introduced species	Landscape connectivity

RIASSUNTO

Selvicoltura e aumento della capacità adattativa delle foreste

Questo contributo evidenzia come l'ipotesi di considerare le foreste sistemi complessi e adattativi possa aiutare la gestione forestale ad aumentare la capacità adattativa delle foreste. Viene presentato un esempio di come i principi scientifici derivati dalla letteratura sulla complessità possano essere applicati agli ecosistemi forestali e usati per sviluppare e valutare specifiche pratiche selvicolturali. Il concetto di soglia è un concetto chiave per capire le dinamiche degli ecosistemi e ha ricevuto molta attenzione nel contesto dello studio dei sistemi complessi e adattativi. Qui si esamina il concetto di soglia e la sua utilità per spiegare perché certi sistemi non sono in grado di cambiare e adattarsi. La teoria dei sistemi complessi e adattativi suggerisce che le condizioni che impediscono agli ecosistemi di cambiare possono essere divise in due categorie, definite rispettivamente trappole della rigidità e trappole della povertà. Esempi di trappole della rigidità includono le foreste vetuste dove i componenti sono strettamente connessi, i nutrienti sono bloccati in poche specie tolleranti, e le foreste hanno poca opportunità per cambiare a seguito di processi interni, pur essendo sensibili ai disturbi. Al contrario, le trappole della povertà rappresentano sistemi con alta diversità ma disturbi frequenti che impediscono una elevata connessione tra i componenti del sistema e non consentono il verificarsi di successioni. Usando un esempio da uno studio sui diradamenti, spiego come i concetti di trappole della rigidità e della povertà, insieme al ciclo della panarchia, possano essere usati per ottenere una comprensione più concettuale della adattabilità degli ecosistemi e così dare alcune indicazioni ai selvicoltori su come valutare le pratiche selvicolturali in questo contesto. Per esempio, una gestione che emuli regimi di disturbo a piccola scala, come creare *gaps* nella copertura arborea, oppure diradamenti che rilasciano densità diversificate, possono aiutare a superare le trappole della rigidità. In alternativa, incoraggiare la disponibilità futura di seme attraverso diradamenti, oppure mantenendo alberi o popolamenti portaseme, può essere utile per aiutare gli ecosistemi a superare le trappole della povertà.

REFERENCES

- Allison H., Hobbs R., 2004 – *Resilience, adaptive capacity, and the lock-in trap of the western Australian agricultural region*. Ecology and Society, 9.
- Andersen T., Carstensen J., Hernandez-Garcia E., Duarte C., 2009 – *Ecological thresholds and regime shifts: approaches to identification*. Trends in Ecology & Evolution, 24: 49-57.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.tree.2008.07.014>
- Ares A., Neill A., Puettmann K., 2010 – *Understory abundance, species diversity and functional attribute response to thinning in coniferous stands*. Forest Ecology and Management, 260: 1104-1113.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2010.06.023>
- Bonan G., 2008 – *Forests and climate change: forcings, feedbacks, and the climate benefits of forests*. Science, 320: 1444-1449.
<http://dx.doi.org/10.1126/science.1155121>
- Carpenter S., Brock W., 2008 – *Adaptive capacity and traps*. Ecology and Society, 13: 40.
- Cissel J., Anderson P., Olson D., Puettmann K., Berryman S., Chan S., Thompson C., 2006 – *BLM Density Management and Riparian Buffer Study: Establishment Report and Study Plan*, pp. 151.
- Dodson E., Ares A., Puettmann K., 2012 – *Early responses to thinning treatments designed to accelerate late successional forest structure in young coniferous stands of western Oregon, USA*. Canadian Journal of Forest Research, 42: 345-355.
<http://dx.doi.org/10.1139/x11-188>
- Dodson E., Burton J., Puettmann K., 2014 – *Multiscale controls on natural regeneration dynamics after partial overstory removal in Douglas-fir Forests in western Oregon, USA*. Forest Science, 60: 953-961.
- Drever C., Peterson, G., Messier C., Bergeron Y., Flannigan M., 2006 – *Can forest management based on natural disturbances maintain ecological resilience?* Canadian Journal of Forest Research-Revue Canadienne De Recherche Forestiere, 36: 2285-2299. <http://dx.doi.org/10.1139/x06-132>
- Gunderson L., Holling C., 2002 – *Panarchy: Understanding transformations in human and natural systems*. Island Press, Washington, DC., pp. 507.
- Gunderson L., Allen C., Holling C., 2009 – *Foundations of ecological resilience*. Island Press, pp.466.
- Hobbs R., Hiccs E., 2013 – *Novel Ecosystems: Intervening in the new ecological world order*. Wiley-Blackwell, pp. 368.

- Holling C., 2001 – *Understanding the complexity of economic, ecological, and social systems*. Ecosystems, 4: 390-405. <http://dx.doi.org/10.1007/s10021-001-0101-5>
- Levin S., Xepapadeas T., Crépin A., Norberg J., de Zeeuw A., Folke C., Hughes T., Arrow K., Barrett S., Daily G., Ehrlich P., Kautsky N., Mäler K., Polasky S., Troell T., Vincent J., Walker B., 2013 – *Socio-ecological systems as complex adaptive systems: modeling and policy implications*. Environment and Development Economics, 18: 111-132. <http://dx.doi.org/10.1017/S1355770X12000460>
- Levin S., 1999 – *Fragile Dominion*. Helix Book, Perseus Publishing, Cambridge, MA. Pp. 250.
- Messier C., Puettmann K., Coates D., 2013 – *Managing forests as complex adaptive systems: Building resilience to the challenge of global change*. The Earthscan Forest Library. Earthscan from Routledge, London, pp. 353
- Neill A., Puettmann K., 2013 – *Managing for adaptive capacity: Thinning improves food availability for wildlife and insect pollinators under climate change conditions*. Canadian Journal Forest Research, 43: 428-440. <http://dx.doi.org/10.1139/cjfr-2012-0345>
- Nyland R., 2002 – *Silviculture: Concepts and Applications (2nd edition)*. McGraw-Hill, New York., pp. 682.
- Puettmann K., 2011 – *Silvicultural challenges and options in the context of global change: Simple fixes and opportunities for new management approaches*. Journal of Forestry, 109: 321-331.
- Puettmann K., 2014 – *Restoring the adaptive capacity of forest ecosystems*. Journal of Sustainable Forestry, 33: S15-S27.
- Puettmann K., Coates D., Messier C., 2009 – *A Critique of Silviculture: Managing for Complexity*. Island Press, Washington, DC., pp. 188.
- Seastedt T., Hobbs R., Suding K., 2008 – *Management of novel ecosystems: are novel approaches required?* Frontiers in Ecology and the Environment, 6: 547-553. <http://dx.doi.org/10.1890/070046>
- Waldrop M., 1992 – *Complexity: The emerging science at the edge of order and chaos*. Simon & Schuster, New York, pp. 380.

PROMOTING DIVERSIFICATION AS A WAY TO ENHANCE THE ABILITY OF MEDITERRANEAN FOREST TO COPE WITH CHANGE

Lluís Coll¹

¹ Forest Sciences Centre of Catalonia (CTFC). Solsona, Spain; lluis.coll@ctfc.cat

Mediterranean forests deliver multiple goods and services to societies but are increasingly threatened by the different components of global change. In such context, management practices oriented to progressively diversify pure stands with species presenting different traits of response to disturbances should be more and more considered as a way to enhance the capacity of the stands to respond to change. The importance of promoting the natural diversification of Mediterranean forests and the main factors and mechanisms driving these processes are briefly discussed in this communication taking as example the case of long-term managed sub-Mediterranean pine stands of the Catalan Pre-Pyrenees (NE Spain), a forest type that is particularly vulnerable to wildfires. Finally, some examples of management practices that could be applied to promote the natural diversification of these stands are introduced.

Keywords: diversification, resilience, response-type diversity, post-disturbance dynamics, *Quercus-Pinus*.

Parole chiave: diversificazione, resilienza, diversità di risposta, dinamiche post-disturbo, *Quercus-Pinus*.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-lc-pro>

1. Introduction

Forests play a key role on the welfare of societies by providing a variety of goods and services. In the Mediterranean region, they are a major component of landscapes and represent valuable assets for many economic sectors such as tourism, energy, soil protection or drinking water supply (FAO, 2013). Mediterranean forests are also one of the world's major centres for plant diversity and endemism, being recognized as a global biodiversity hotspot (Médail and Quézel, 1999). The evolution of these ecosystems has been intimately associated to the impacts of human activities for millennia, with positive and negative feedback cycles operating at different spatial and temporal scales (Nocentini and Coll, 2013). The result of these interactions, together with the inherent climatic and topographic heterogeneity of Mediterranean landscapes, has originated anthropogenic forest systems and landscapes that have reshaped ecological values in the region (Blondel *et al.*, 2010).

In recent times, the different components of global change threaten, at different temporal and spatial scales, the difficult equilibrium between the acquired anthropogenic structure and functioning of many Mediterranean forests and the future provision of ecosystem services required by human societies. The generalized land abandonment processes occurring from the second half of the 20th century, for example, have opened the door to active encroachment and self-organization processes that are progressively modifying the structure and composition of Mediterranean landscapes (Roura-Pascual *et al.*, 2005; Ameztegui *et al.*, 2010). In parallel, climate change scenarios, predict

for the Mediterranean region a notable increase in temperature (between 2 and 4°C over the next century), variations in the precipitation regimes and an increasing frequency of extreme events such as heat waves and storms (IPCC, 2007) which could induce important shifts of dominant tree species in the next decades (Valladares *et al.*, 2014). Under this context of important and rapid environmental changes, maintaining the provision of the multiple goods and services of Mediterranean forests and their singular functional and structural components constitute the main challenge for forest managers.

2. Fire and global changes

The combined effect of land-use and climatic changes are expected to modify the frequency and severity of abiotic and biotic disturbances. In the particular case of wildfires, which have historically been shaping Mediterranean natural landscapes, extensive forest recovery is leading to an overall increase of burnt areas and fire recurrence (Pausas, 2004).

The number of fire-prone days per year is also growing as a consequence of climate change (Piñol *et al.*, 1998) and there is a general consensus among the scientific community that the risk of catastrophic wildfires will raise in the Mediterranean. Under this context, advancing in the understanding of the processes that mediate the response of Mediterranean forests to wildfires is essential to define adequate ecosystem-based measures to increase the resilience of these systems against them. However assessing how Mediterranean forests respond to fire is complex because the factors and mechanisms driving these processes are varied and operate at

different spatio-temporal scales. For example, in a recent study conducted in a large *Pinus nigra* forest affected by a wildfire in the central Catalonia (NE Spain), post-fire recovery success was found to be more important in previously long-standing forests than in young stands originated from land abandonment processes (Puerta-Piñero *et al.*, 2012). This response was associated to the higher presence of individuals of species with resprouting ability (mainly oaks) in the understory of the old stands. These species, contrary to pines, show difficulties to colonize new areas but establish well under relatively closed canopies, where the seedlings find protection from direct exposure to sun. Dispersion in these cases is mediated by the Eurasian jay (*Garrulus glandarius*), a bird that naturally disperse the acorns into the pines caching them during the fall for consumption during winter (Gómez, 2003). Overall, post-fire recovery success in this area was thus related to different ecological processes and specific plant features, such as the action of a biotic disperser, the ability of some tree species to establish under shade and their capacity to resprout (Fig. 1).

In general terms, the diversity of types of responses to disturbances present in a given stand (e.g. sprouting ability, seed mobility, drought tolerance) is considered to be a good indicator of its overall resilience to change (see Puettmann, 2011). In this line, promoting the natural diversification of simplified stands in particular with species with different traits of response to change should be more and more considered by forest managers as a strategy to enhance the capacity of the systems to adapt and respond to rapid environmental changes and natural disturbances.

3. Forest management practices to enhance diversification of pure stands

Management practices oriented to enhance the natural and progressive diversification of simplified stands



Figure 1. *Quercus pubescens* sprouts in a previously dominated *Pinus nigra* forest fifteen years after the occurrence of a large wildfire near Solsona, Lleida (Spain).

might focus, first, at facilitating dispersion processes of other species from adjacent stands and, second, at improving (when needed) the site conditions for the establishment and development of these species and their future persistence. The maintenance and preservation of biological legacies such as remnant trees from past-uses or disturbances (Fig. 2) or still the retention of some trees at final harvest operations is of vital importance not only because they can act as seed source but because they can harbor biotic dispersers that play a key role for regeneration (Filotas *et al.*, 2014). At a larger scale, improving habitat conditions of dispersers might also be considered. For example, maintaining some dense and homogenous pine areas intercalated with small agricultural fields may increase jay populations and by this the dispersion of acorns inside the pines if seed sources are available (Pons and Pausas, 2008).

At stand-scale, silvicultural treatments such as thinning or selection cuttings might be applied to modify stand structure and canopy attributes and by this favor the development of dispersed species. The intensity of these interventions may depend on the light exigencies of the species, a factor that can vary along their life stages. Most Mediterranean oaks, for example, show better recruitment rates under shade but once established require light to improve growth and reach higher developmental stages (Espelta *et al.*, 1995). At larger scales, natural diversification processes can be enhanced by increasing landscape heterogeneity (Gonzalez-Moreno *et al.*, 2011). This can be addressed with the use of stand-based forest planning strategies that explicitly consider the diversity of structures and forest typologies present in the landscapes.

As mentioned in Puettmann (2011) this management practices may lead to increased cost and are probably not profitable at the short term. However in the long term they could lead to important economic savings by ensuring the persistence of forest after unexpected events and the continuous provision of precious goods and services to societies.



Figure 2. Old *Quercus pubescens* tree (reflecting past coppice management) inside a *Pinus sylvestris* stand near Solsona, Lleida (Spain).

RIASSUNTO

Promuovere la diversificazione come mezzo per aumentare la capacità delle foreste mediterranee di affrontare il cambiamento

Le foreste mediterranee forniscono molteplici beni e servizi alla società ma sono sempre più minacciate dalle diverse componenti del cambiamento globale. In tale contesto, le pratiche di gestione orientate a diversificare progressivamente i soprassuoli monospecifici con specie che presentano diverse capacità di risposta ai disturbi sempre più dovrebbero essere considerate come un modo per aumentare le capacità dei soprassuoli a reagire al cambiamento. L'importanza di promuovere la diversificazione naturale delle foreste mediterranee e i principali fattori e meccanismi che guidano questi processi vengono discussi usando come esempio il caso dei soprassuoli di pini sub-mediterranei dei Pre-Pirenei Catalani (Spagna nord orientale) gestiti da lungo tempo, e che sono particolarmente vulnerabili agli incendi. Infine vengono presentati alcuni esempi di pratiche gestionali che potrebbero essere applicate per promuovere la diversificazione naturale di questi soprassuoli.

REFERENCES

- Ameztegui A., Brotons L., Coll L., 2010 – *Land-use changes as major drivers of Mountain pine (Pinus uncinata Ram.) expansion in the Pyrenees*. Global Ecology and Biogeography, 19 (5): 632-641.
- Blondel J.J., Arosón J., Bodiou J.Y., Boeuf G., 2010 – *The Mediterranean Region Biological Diversity in Space and Time*. Oxford University Press.
- Espelta J.M., Riba M., Retana J., 1995 – *Patterns of seedling recruitment in West Mediterranean Quercus ilex forests influenced by canopy development*. Journal of Vegetation Science, 6: 465-472.
<http://dx.doi.org/10.2307/3236344>
- FAO, 2013 – *State of Mediterranean Forests (SoMF)*. Rome, Italy, p. 194.
- Filotas E., Parrott L., Burton P.J., Chazdon R.L., Coates D.K., Coll L., Haeussler S., Martin K., Nocentini S., Puettmann K.J., Putz F.E., Simard S.W., Messier C., 2014 – *Viewing Forests through the Lens of Complex Systems Science*. Ecosphere, 5: art.1.
<http://dx.doi.org/10.1890/ES13-00182.1>
- Gómez J.M., 2003 – *Spatial patterns in long-distance dispersal of Quercus ilex acorns by jays in a heterogeneous landscape*. Ecography, 26: 573-584.
<http://dx.doi.org/10.1034/j.1600-0587.2003.03586.x>
- González-Moreno P., Quero J.L., Poorter L., Bonet F.J., Zamora, R., 2011 – *Is spatial structure the key to promote plant diversity in Mediterranean forest plantations?* Basic and Applied Ecology, 12: 251-259.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.baaec.2011.02.012>
- IPCC, 2007 – *Climate Change 2007: the physical science basis*. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, UK and New York, NY, USA.
- Médail F., Quézel P., 1999 – *Biodiversity hotspots in the Mediterranean Basin: setting global conservation priorities*. Conservation Biology, 13: 1510-1513.
<http://dx.doi.org/10.1046/j.1523-1739.1999.98467.x>
- Nocentini S., Coll L., 2013 – *Mediterranean forests: human use and complex adaptive systems*. In: Messier C., Puettmann K.J., Coates K.D. (Eds.). Managing Forests as complex adaptive systems. Building resilience to the challenge of global change. The Earthscan Forest Library (series). Routledge
- Pausas J.G., 2004 – *Changes in fire and climate in the eastern Iberian Peninsula (Mediterranean basin)*. Climatic change, 63: 337-350.
<http://dx.doi.org/10.1023/B:CLIM.0000018508.94901.9c>
- Piñol J., Terradas J., Lloret F., 1998 – *Climate warming, wildfire hazard, and wildfire occurrence in coastal Eastern Spain*. Climatic change, 38: 345-357.
- Pons J., Pausas J.G., 2008 – *Modelling Jay (Garrulus glandarius) abundance and distribution for oak regeneration assessment in Mediterranean landscapes*. Forest Ecology and Management, 256: 578-584.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2008.05.003>
- Puerta-Piñero C., Espelta J.M., Sánchez-Humanes B., Rodrigo A., Coll L., Brotons L., 2012 – *History matters: previous land use changes determine post-fire vegetation recovery in forested Mediterranean landscapes*. Forest Ecology and Management, 279: 121-127.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2012.05.020>
- Puettmann K.J., 2011 – *Silvicultural challenges and options in the context of global change: "simple" fixes and opportunities for new management approaches*. Journal of Forestry, 109: 321-331.
- Roura-Pascual N., Pons P., Etienne M., Lambert B., 2005 – *Transformation of a rural landscape in the Eastern Pyrenees between 1953 and 2000*. Mountain Research and Development, 25 (3): 254-263.
[http://dx.doi.org/10.1659/02764741\(2005\)025\[0252:TOARLI\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1659/02764741(2005)025[0252:TOARLI]2.0.CO;2)
- Valladares F., Benavides R., Rabasa S.G., Díaz M., Pausas J.G., Paula S., Simonson W.D., 2014 – *Global change and Mediterranean forests: current impacts and potential responses*. In: Coomes D., Burslem F.R.P., Simonson W.D., (Eds.). Forests and Global Change. Cambridge University Press. British Ecological Society, UK.
<http://dx.doi.org/10.1017/CBO9781107323506.005>

TRANSITIONING TO A COMPLEX ADAPTIVE SYSTEM APPROACH TO NATURAL FOREST MANAGEMENT IN THE TROPICS

Francis E. Putz¹

¹Professor, Department of Biology, University of Florida, Gainesville, FL 32641, USA; fep@ufl.edu

Most tropical production forests are subjected to a range of timber exploitation intensities carried out with different amounts of care. I argue that there needs to be a transition from the current model of tropical forest exploitation for timber, to multiple-objective forest management that employs silvicultural techniques that are close-to-nature, ecosystem-based, and systemic. This will require substantial changes in governmental regulations, markets, and the culture of tropical forestry. The transition to more adaptive approaches to natural forest management in the tropics will also require a substantial increase in the number of trained silviculturalists along with new ways to motivate them to address the many physical, social, and intellectual challenges that await them.

Keywords: reduced-impact logging, multi-objective forestry, forest certification, adaptive management, silvicultural intensification.

Parole chiave: utilizzazioni a basso impatto, selvicoltura multi-obiettivo, certificazione forestale, intensificazione selvicolturale.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-fep-tra>

Despite the relative abundance of research publications on a variety of silvicultural approaches to natural forest management in the tropics (reviewed by Gunter *et al.*, 2011), few of the recommended practices are applied outside of research and demonstration areas (personal observation). Instead, most tropical production forests, even those with government-approved management plans, are subjected to timber exploitation carried out over a range of intensities and with different amounts of care. Due to the scarcity of commercially valuable trees in these species-rich forests, logging is selective and harvest intensities vary with timber stocking not with the silvicultural requirements of the harvested species. Generally the best that can be observed involves application of reduced-impact logging (RIL) techniques (e.g., planned skid trails and directional felling; reviewed by Putz *et al.*, 2008) designed to minimize stand damage. Avoiding undesirable environmental impacts (e.g., sediment loading of streams) is always important, but in stands from which light-demanding species are selectively logged, minimization of canopy opening may preclude their regeneration (Fredericksen and Putz, 2003).

There clearly needs to be a transition away from the current model of tropical forest exploitation for timber to multiple-objective forest management that employs silvicultural techniques that are close-to-nature, ecosystem-based, and systemic (reviewed by Puettmann *et al.*, 2009). Overall, these sorts of adaptive management approaches will be fostered by the recognition of forests as complex systems (Filotas *et al.*, 2014; Messier *et al.*, 2014). It also needs to be recognized that capture of the benefits of that fundamental change in approach will require substantial changes in governmental regulations, markets, and the culture of tropical forestry.

Unfortunately, where tropical forestry is actually transitioning from the traditional timber exploitation model, the changes are generally driven by governmental legislation that restricts options for forest managers. In Indonesia, for example, to increase short-term timber supplies from previously harvested production forests and, ostensibly, to increase long-term yields, new governmental regulations, respectively, reduced the minimum diameter of harvestable trees and mandated enrichment planting of native timber species along cleared lines through harvested forests regardless of the stocking of natural regeneration (Ruslandi *et al.*, 2014). Where carried out with care, by the end of the 25-year rotation, the enriched stands are expected to yield five times as many harvestable trees with three-times the commercial volume of the second cut and twice the volume of the first cut in primary forests (Pamoengkas *et al.*, 2014). From timber production and perhaps financial perspectives, such yields are very promising but it is not clear how such stands can be harvested without the result resembling large clearcuts in forests where the natural disturbance regime does not include such massive openings.

It is not going to be easy in most tropical countries to reject the strict legislated, command-and-control approach to regulation of natural forest management in which managers are prevented from matching stand treatments with stand conditions and locally negotiated management goals. Where continued timber exploitation without regard to future yields is the most attractive short-term financial option (e.g., Pearce *et al.*, 2002), changes in management practices will require enforcement of governmental regulations or those of non-governmental organizations such as forest certifiers. In either case, compliance with new

regulations will need to be verified by auditors.

It is relatively straightforward to audit compliance with the new Indonesian forest regulation that requires planting of nursery-grown seedlings at 5 m intervals along 3 m wide lines cleared at 20 m intervals through logged-over forest. In contrast, where managers are allowed to match silvicultural practices with locally negotiated goals, a great deal more understanding and field time will be required to assess compliance as even adjacent stands may be subjected to very different silvicultural treatments. Furthermore, where management goals are locally negotiated, as often recommended, it might be acceptable to convert high forest into vine tangles by intense timber harvests if coverage by vines serves to reduce soil erosion, the leaves of some of those vines have medicinal value, vine stems are used for basket weaving, and especially if some species of charismatic animals benefit from the protection from predators provided by the dense cover. This example is admittedly extreme, but for governments and certifying bodies to consider adoption of the more enlightened management advocated by proponents of approaches based on complex adaptive system thinking, practical insights into how to avoid such fiascos are needed.

The transition to more adaptive approaches to natural forest management in the tropics will also require an order-of-magnitude increase in the number of trained silviculturalists along with new ways to motivate them to address the many physical, social, and intellectual challenges that await them. They will also need to be well compensated for their efforts lest they succumb to the temptations of corruption as they climb steep hills, wade through swamps, and crawl through vine tangles in remote areas where living conditions are rough, governance failures are common, but natural forest management is a viable land-use option.

Acknowledgements

This study was carried out as a part of the Future of Production Forests in the Tropics project funded by the United Kingdom's Department for International Development and implemented by the Center for International Forestry Research (CIFOR) and the CGIAR Research Program on Forests, Trees and Agroforestry (FTA). Support to attend the II International Congress of Silviculture in Florence was provided by the Tuscany Region and the Italian Academy of Forest Sciences.

RIASSUNTO

Transizione verso un approccio basato sui sistemi complessi e adattativi nella gestione delle foreste naturali nei Tropici

La maggior parte delle foreste tropicali produttive sono soggette a utilizzazioni legnose condotte con un ampio

spettro di intensità e con livelli di cura e attenzione molto diversificati. Qui sostengo la necessità di un passaggio dall'attuale modello di utilizzazione delle foreste tropicali per il legno a una gestione forestale multi-obiettivo che impieghi tecniche che sono più vicine alla natura, basate sull'ecosistema e secondo un approccio sistemico. Questo richiederà cambiamenti sostanziali nei regolamenti governativi, nei mercati, e nella cultura della selvicoltura tropicale. La transizione verso approcci più adattativi nella gestione delle foreste naturali nei tropici richiederà anche un notevole aumento del numero di selvicoltori professionalmente formati insieme a nuovi modi per motivarli ad affrontare le molte sfide fisiche, sociali e intellettuali che li aspettano.

REFERENCES

- Filotas E., Parrott L., Burton P.J., Chazdon R.L., Coates K.D., Coll L., Haeussler S., Martin K., Nocentini S., Puettmann K.J., Putz F.E., Simard S.W., Messier C., 2014 – *Viewing forests through the lens of complex systems science*. *Ecosphere*, 5: 1-23.
<http://dx.doi.org/10.1890/ES13-00182.1>
- Fredericksen T.S., Putz F.E., 2003 – *Silvicultural intensification for tropical forest conservation*. *Biodiversity and Conservation*, 12: 1445-1453.
<http://dx.doi.org/10.1023/A:1023673625940>
- Gunter S., Stimm B., Weber M., Mosandl R. (editors), 2011 – *Silviculture in the Tropics*. Springer-Verlag, Berlin. <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-19986-8>
- Messier C., Puettmann K., Chazdon R., Andersson K.P., Angers V.A., Brotons L., Filotas E., Tittler R., Parrott L., Levin S.A., 2014 – *From management to stewardship: viewing forests as complex adaptive systems in an uncertain world*. Conservation Letters.
- Pamoengkas P., Gandaseca S., Hardiansyah G. Priyanto, Jamaludin M.R., 2014 – *Tree diameters and planting distance as the most important factors for the liberation of tree competitors in silvicultural systems of TPTJ*. *Agriculture, Forestry and Fisheries*, 3: 392-396.
<http://dx.doi.org/10.11648/j.aff.20140305.20>
- Pearce D., Putz F.E., Vanclay J., 2002 – *Sustainable forestry in the tropics: panacea or folly?*. *Forest Ecology and Management*, 172: 229-247.
[http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127\(01\)00798-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127(01)00798-8)
- Puettmann K.D., Coates K.D., Messier C., 2009 – *A Critique of Silviculture: Managing for Complexity*. Island Press, Washington, D.C.
- Putz F.E., Sist P., Fredericksen T.S., Dykstra D., 2008 – *Reduced-impact logging: Challenges and opportunities*. *Forest Ecology and Management*, 256: 1427-1433. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2008.03.036>
- Ruslandi R., Klassen A., Putz F.E., Romero C., 2014 – *Forest Stewardship Council certification of natural forest management in Indonesia: Required improvements, costs, incentives, and barriers*. In: *Forests Under Pressure: Local Responses to Global Issues*, International Union of Forest Research Organizations, Helsinki, Finland, pp. 255-273.

**MOZIONE FINALE DEL
SECONDO CONGRESSO INTERNAZIONALE
DI SELVICOLTURA**

***FINAL MOTION OF THE
SECOND INTERNATIONAL CONGRESS
OF SILVICULTURE***

Mozione finale del Secondo Congresso Internazionale di Selvicoltura

PREMESSO CHE

1. le foreste nel mondo si estendono per oltre 4 miliardi di ettari, pari a circa il 31% della superficie totale delle terre emerse, e nella loro biomassa immagazzinano circa 289 gigatonnellate di carbonio;
2. circa 13 milioni di ettari di foreste ogni anno sono andate distrutte nel periodo 2000-2010; il fenomeno della deforestazione interessa maggiormente la fascia tropicale, mentre grandi zone geografiche del Nord America, Canada, India, Cina, Russia ed Europa hanno una superficie forestale stabile o in aumento;
3. le foreste costituiscono, insieme ad altri spazi verdi, la spina dorsale di una infrastruttura verde per il miglioramento della qualità ecologica generale, il mantenimento di ecosistemi sani, che in tal modo potranno continuare a fornire preziosi beni e servizi alla Società;
4. circa il 38% del territorio dell'Unione Europea (EU27) è coperto da foreste, per un totale di oltre 157 milioni di ettari e oltre 24 miliardi di metri cubi di provvigione legnosa; sia in termini di estensione che di provvigione le foreste europee sono in espansione (ogni anno aumentano di oltre 500.000 ha e 249 milioni di metri cubi);
5. l'Europa è interessata da una disponibilità adeguata di risorse forestali; in particolare, il materiale legnoso, nella sua accezione più vasta, è la principale risorsa rinnovabile non permanente disponibile;
6. moderne e affidabili tecniche di monitoraggio evidenziano che la superficie forestale italiana ha raggiunto quasi il 37% del territorio nazionale e si trova in una continua espansione per la ricolonizzazione naturale di aree agricole e pascolive abbandonate e a seguito di rimboschimenti;
7. i boschi italiani contengono oltre 1,2 miliardi di metri cubi di legno e si accrescono di quasi 36 milioni di metri cubi ogni anno; di questi le statistiche ufficiali riportano che vengono utilizzati meno del 40%;
8. i boschi italiani per l'87% sono sottoposti a vincolo idrogeologico, per circa un terzo sono soggetti a vincolo naturalistico e per il 10% a vincolo paesaggistico;
9. la maggior parte dei boschi italiani (oltre il 68%) è in buono stato fitosanitario e le superfici percorse da incendi negli ultimi anni sono diminuite anche per le mutate condizioni meteorologiche;
10. quasi il 70% dei boschi italiani è di proprietà privata; le superfici delle singole proprietà sono estremamente ridotte; solo il 15% delle proprietà forestali ha un piano di gestione;
11. i prodotti forestali e le attività connesse agiscono positivamente sullo sviluppo di importanti settori economici (costruzioni, pannelli, industria cartaria, riciclo, energia), che costituiscono motivo di occupazione per circa 300.000 addetti;
12. al II Congresso Internazionale di Selvicoltura hanno partecipato oltre 400 studiosi, scienziati, ricercatori, addetti ai lavori e studenti provenienti da 28 paesi dei 5 continenti.

I CONGRESSISTI EVIDENZIANO CHE

1. il bosco è un ecosistema che offre molteplici funzioni, beni e utilità per la collettività: protezione del suolo, conservazione delle risorse idriche, tutela della biodiversità, mitigazione dei cambiamenti climatici, lotta alla desertificazione, produzione di legno e di biomassa anche per fini energetici, prodotti non legnosi;

2. il bosco contribuisce a mitigare l'impronta ecologica degli insediamenti civili e industriali e a migliorare la qualità della vita; ha importanti valenze storico-culturali, estetico-paesaggistiche e turistico-ricreative;
3. il bosco è soggetto di diritto che va tutelato, conservato e difeso alla stregua di tutte le comunità biotiche, in accordo con il «diritto all'ambiente», per garantire migliori condizioni di vita alle future generazioni;
4. il bosco è un'entità che ha valore in sé e sul quale insistono due beni giuridici: (i) un bene paesaggistico e ambientale, che esprime un interesse pubblico di valore costituzionale primario e assoluto; (ii) un bene patrimoniale, in riferimento alla sua funzione economico-produttiva;
5. la selvicoltura ha una influenza notevole sullo stato e sulla funzionalità dei paesaggi naturali e culturali e delle infrastrutture verdi;
6. la selvicoltura è determinante per lo sviluppo socio-economico delle aree rurali e montane e per sostenere la bioeconomia e l'economia verde;
7. la selvicoltura conserva e genera posti di lavoro e capacità reddituali, aumentando la competitività della gestione forestale, dell'agricoltura e delle industrie di settore, come ribadito dalla Strategia Forestale Europea e da rilevanti organizzazioni internazionali, prime tra tutte la FAO e l'European Forest Institute;
8. una elevata base scientifica della ricerca nel settore forestale è indispensabile per superare gli squilibri che derivano dalle più svariate applicazioni tecniche e da un uso indiscriminato di pratiche non idonee alla conservazione e alla valorizzazione del bosco;
9. i notevoli progressi in campo tecnologico, utili a fini conoscitivi e previsionali, se non supportati da una specifica conoscenza delle problematiche forestali, non sono in grado di risolvere la "questione forestale";
10. è necessario integrare le conoscenze con i connessi valori etici al fine di: a) orientare la formulazione e la messa in opera di politiche favorevoli al settore forestale; b) sostenere gli organismi di ricerca al fine di pianificare gli studi da realizzare nel prossimo futuro;
11. devono essere ampliate le interazioni macroregionali europee, soprattutto nel Mediterraneo e cooperare con gli studiosi di tutti i paesi per la diffusione dei risultati della ricerca e facilitare eventuali collaborazioni;
12. occorre progettare il futuro del settore forestale nella convinzione della sua importanza fondamentale per una più ampia promozione di politiche della qualità della vita;
13. è indispensabile favorire la diffusione delle conoscenze e l'aggiornamento di tutti gli addetti ai lavori forestali, migliorando sia la professionalità tecnica: a) la qualificazione degli operatori forestali; b) la maggiore diffusione di una cultura inerente la qualità degli interventi selvicolturali; c) la sicurezza nei lavori in bosco;
14. la gestione forestale attiva, condotta secondo criteri di sostenibilità riconosciuti a livello internazionale e comunitario, rappresenta lo strumento principale per garantire l'effettiva tutela e valorizzazione del patrimonio forestale, contribuendo al conseguimento di obiettivi specifici nell'ambito degli impegni internazionali in materia di mitigazione e adattamento al cambiamento climatico e di tutela dell'ambiente e del paesaggio;
15. la conoscenza delle nuove metodologie di ricerca costituisce il supporto per attuare politiche sociali ed economiche e per affrontare e risolvere le tante problematiche forestali, in relazione alle diverse condizioni dei vari Paesi;
16. la selvicoltura sistemica o *Silvosistemica* interpreta la dinamica naturale del bosco e garantisce da un lato la gestione sostenibile dal punto di vista ecologico, economico e socio-culturale, dall'altro salvaguarda le risorse genetiche e riduce i rischi di inquinamento biologico;

17. è necessario promuovere, così come riportato nella nuova Strategia forestale dell'Unione Europea, la consapevolezza che la gestione forestale sostenibile migliora la concorrenzialità delle imprese ed è uno strumento per agevolare la creazione di posti di lavoro in particolare nelle aree rurali garantendo al contempo la protezione delle foreste e il funzionamento degli ecosistemi.
18. il progressivo spostamento del mercato dei prodotti legnosi verso la produzione di biomassa per fini energetici penalizza impieghi del legno che invece danno luogo a uno stoccaggio più prolungato del carbonio (p. es. manufatti edili, prodotti dell'industria del mobile, sostenendo il raggiungimento di standard qualitativi elevati nelle nuove costruzioni). Occorre prolungare il tempo di vita dei manufatti (p. es. attraverso design e innovazione tecnologica) e porre fra gli obiettivi della selvicoltura anche il miglioramento della qualità del legname;
19. il trasferimento tecnologico nella filiera foresta-legno necessita delle competenze professionali, tecniche e scientifiche del Tecnologo del legno, che costituisce un ponte fra i saperi biologici e quelli tecnici nei diversi campi applicativi.

I CONGRESSISTI PER LA RICERCA AUSPICANO CHE

1. si sostenga la formazione universitaria, anche in una logica di rete, con l'istituzione di centri di eccellenza e la creazione di scuole di specializzazione; si promuova la formazione e l'aggiornamento tecnico-professionale, l'educazione ambientale e l'imprenditoria giovanile in campo forestale;
2. sia aumentato il finanziamento alla ricerca forestale di eccellenza svolta nelle Università e negli Enti di Ricerca allo scopo di accrescerne la competitività e integrazione in un'ottica di rete;
3. nella ricerca forestale si passi dall'impiego delle scienze delle leggi (nomotetiche) riduzionistiche, deterministiche, meccanicistiche, alle scienze dei processi (evolutive o storiche) prendendo in considerazione l'olismo, l'organicismo, il pensiero sistemico;
4. Selvicoltori e Tecnologi valutino le implicazioni relative alla fisiologia dell'albero e delle relazioni genoma/funzionamento;
5. venga promossa l'elaborazione di un chiaro linguaggio forestale, la trasmissione interattiva della letteratura forestale e delle nuove metodologie nel campo della ricerca;
6. le acquisizioni scientifiche sulla conoscenza di struttura e funzionamento degli ecosistemi forestali vengano tradotte in nuove strategie gestionali adattative scientificamente guidate;
7. sia incoraggiata la diffusione della selvicoltura sistemica volta alla "conservazione attiva" della biodiversità, attuando misure di prevenzione dei danni biotici e abiotici;
8. sia potenziata la ricerca nel settore della difesa idrogeologica e sul ruolo della selvicoltura per la conservazione del suolo e dell'acqua.

I CONGRESSISTI PER L'ITALIA RITENGONO NECESSARIO CHE

1. si attui in tempi brevi un recupero delle attività di indirizzo strategico del settore con la revisione, semplificazione e adeguamento delle politiche di settore, con la presentazione di atti normativi per la materia forestale che favoriscano lo sviluppo di strumenti innovativi in grado di rispondere efficacemente alle moderne esigenze sociali e ambientali, alle necessità economiche, produttive e occupazionali, agli obblighi internazionali e comunitari;
2. siano assicurati piena efficacia e aggiornamento alla strategia forestale definita dal Programma Quadro per il Settore Forestale, anche tramite un efficace coordinamento istituzionale tra i Ministeri competenti in materia;

3. sia attivato presso il Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali un ufficio permanente di coordinamento delle politiche forestali che, nel rispetto delle competenze e dei ruoli che la Costituzione definisce circa i rapporti fra Stato e Regioni, rappresenti un unico punto di riferimento e di indirizzo per le politiche forestali nazionali, svolga funzioni di coordinamento per le amministrazioni nazionali e regionali competenti in materia di politica e programmazione forestale, nonché di raccordo per tutte le iniziative internazionali e comunitarie in materia forestale;
4. sia promosso nell'ambito delle azioni a livello nazionale per lo sviluppo rurale un programma di trasferimento dell'innovazione per favorire l'incremento della disponibilità di materiale legnoso per l'industria e l'energia;
5. sia attuata la detassazione degli interventi selvicolturali, l'incentivazione e il sostegno finanziario per le azioni di miglioramento del bosco anche con forme di remunerazione a favore della proprietà forestale in quanto produttrice di funzioni di pubblico interesse;
6. venga predisposto un quadro conoscitivo sulla situazione e sull'attività forestale a livello nazionale al fine di analizzare le tendenze, spronare le istituzioni di ricerca, interessare le associazioni che operano nella filiera bosco-legno-ambiente e il mondo delle imprese e del lavoro;
7. nelle politiche e nelle strategie di pianificazione territoriale sia riconosciuta l'importanza delle attività selvicolturali come strumenti operativi efficaci per prevenire e mitigare i fenomeni di dissesto idrogeologico e per la messa in sicurezza del territorio;
8. nella lotta agli incendi boschivi venga superata la cultura dell'emergenza, mediante la prevenzione selvicolturale, il potenziamento di tecnologie innovative per la previsione dei rischi, il monitoraggio degli effetti di tali eventi sotto il profilo ecologico, economico e sociale;
9. si sostenga la filiera bosco-legno-ambiente in tutte le sue fasi, anche attraverso la certificazione di processo e dei prodotti forestali, con particolare riferimento alle filiere «corte» e alla qualità dei prodotti, promuovendo anche la formazione tecnologica, scientifica e tecnica nel settore legno;
10. si favorisca la gestione integrata bosco-fauna, nella consapevolezza che la fauna selvatica è componente essenziale degli ecosistemi forestali; siano incentivate e sostenute forme razionali di pascolamento per garantire l'armonia tra processi ecologici e socioeconomici interagenti ai fini della salvaguardia dei boschi;
11. sia promosso lo sviluppo della imprenditoria all'interno della filiera foresta-legno, con il coinvolgimento delle associazioni di categoria, garantendo agli operatori del settore: il riconoscimento della specifica figura giuridica; l'adeguata formazione e sicurezza sul lavoro; il coordinamento e mutuo riconoscimento, sia tra Regioni che a livello europeo, di elenchi o albi di imprese accreditate all'esecuzione di lavori, opere e servizi in ambito forestale e di difesa del territorio;
12. la base normativa tenga conto delle crescenti necessità economiche e delle esigenze sociali; garantisca una efficace e diffusa attuazione delle azioni necessarie all'adempimento degli indirizzi e delle linee di intervento internazionali in materia ambientale, energetica e climatica;
13. si stimoli la crescita e la capacità di raccogliere le sfide e le opportunità da parte delle imprese forestali anche sul piano dell'efficienza delle risorse e dell'energia, dell'adeguamento strutturale, dell'innovazione, della formazione e dello sviluppo delle competenze;
14. siano individuati e attivati strumenti amministrativi utili alla promozione e incentivazione della gestione forestale sostenibile volti a garantire la continuità e diffusione della gestione attiva del bosco secondo i principi di sostenibilità, tramite strategie operative di marketing territoriale e azioni di promozione dei prodotti e dei servizi forestali e attraverso la creazione di un marchio "wood from Italy";

15. sia supportato l'associazionismo tra proprietari forestali in modo da limitare gli effetti negativi della frammentazione delle proprietà, anche per facilitare la pianificazione delle infrastrutture e l'uso comune di macchine e attrezzature tecnologicamente avanzate;
16. sia avviata una opera di sensibilizzazione verso il cittadino anche da parte delle autorità centrali dello Stato, delle Regioni, delle Province Autonome e dei Comuni, in collaborazione con le Università e gli Enti di Ricerca, evidenziando i rischi connessi all'abbandono culturale dei soprassuoli forestali e sottolineando l'importanza di una corretta gestione del bosco ai fini della salvaguardia del territorio.

Final motion of the Second International Congress of Silviculture

WHEREAS

1. the forests of the world stretch across more than 4 billion hectares, approximately 31% of the Earth's surface above sea level, and store approximately 289 gigatonnes of carbon in their biomass;
2. approximately 13 million hectares of forest were lost globally between 2000 and 2010; deforestation is concentrated in the tropical zone, while large geographical areas of North America, Canada, India, China, Russia, and Europe have stable or growing forested areas;
3. forests, along with other green spaces, are the backbone of a green infrastructure for the improvement of general ecological quality and the conservation of healthy ecosystems, and as such they can continue to furnish society with priceless goods and services;
4. approximately 38% of the territory of the European Union (EU27) is covered by forests, for a total of more than 157 million hectares and more than 24 billion cubic metres of timber by volume; both in terms of size and of volume European forests are expanding (each year they increase by more than 500,000 hectares and 249 million cubic metres);
5. in general Europe has an adequate and sustainable availability of resources; wood and forest biomass are the main fundamental renewable resource;
6. modern and reliable monitoring methods highlight that the Italian forests area has reached almost 37% of total land area and is expanding through natural recolonization of abandoned agricultural and grazing areas and the ensuing reforestation;
7. Italian forests contain more than 1.2 billion cubic metres of timber and are growing by almost 36 million cubic metres yearly; official statistics report that less than 40% of this is being utilized;
8. 87% of Italian forests are subject to hydrogeological regulation, and about one-third are subject to environmental protection;
9. the majority of Italian forests (more than 68%) are in good phytosanitary condition and the forested area experiencing fires has decreased in recent years also due to changing meteorological conditions;
10. the majority of Italian forests (almost 70%) are privately owned; generally private forests are very small; only 15% of forest properties has a forest management plan;
11. forest products and their related activities have a positive effect on the development of important economic areas (construction, paneling, the paper industry, recycling, energy, and trade) that in Italy provide jobs for around 300,000 employees;
12. at the Second International Congress of Silviculture, more than 400 scholars, scientists, researchers, forest administration experts and students coming from 28 countries on 5 continents participated.

THE CONGRESS PARTICIPANTS EMPHASIZE THAT

1. the forest is an ecosystem offering various functions, goods, and benefits to society: protecting the soil, conserving water resources, defending biodiversity, mitigating climate change, fighting desertification, and producing timber, biomass for energy and non-wood products;
2. the forest helps to reduce the ecological impact from residential and industrial building and to improve quality of life; it has important historical-cultural, aesthetic-scenic, and touristic-recreational value;

3. the forest has rights that must be protected, preserved, and defended in the same manner as all biotic communities, in accordance with the “right to the environment,” in order to guarantee better living conditions to future generations;
4. the forest is an entity with intrinsic value based on: (i) the interest of the landscape and environment, which express a public interest of primary and absolute constitutional value; (ii) a property interest, which concerns its economic and productive function;
5. silviculture has a considerable influence on the status and functionality of natural and cultural landscapes and on green infrastructures;
6. silviculture is crucial for the socio-economic development of rural and mountain areas and for sustaining bioeconomy and green economy;
7. silviculture preserves and creates jobs and earning power, facilitating the competitiveness of forest management, agriculture, and industries in the sector, as reaffirmed by the European Forest Strategy and strongly supported by international organizations, first of all FAO and EFI;
8. an elevated scientific base of research in the forestry sector is indispensable for surmounting imbalances stemming from the most diverse practical applications and from an indiscriminate use of practices unsuitable for the conservation and enhancement of the forest;
9. the considerable advances in technology, while useful for fact-finding and making forecasts, are not capable of solving the “forest question” if not augmented by a specific knowledge of forest problems;
10. it is necessary to integrate our knowledge with the associated ethical values in order to: a) guide the formulation and the implementation of policies favorable to the forestry sector; b) support research bodies in planning studies to be conducted in the near future;
11. macroregional interactions at the European level, particularly in the Mediterranean area, must be enhanced, together with cooperation with scholars of all countries in order to spread research findings and facilitate possible collaboration;
12. the future of the forestry sector must be designed within the framework of a more wide-ranging promotion of policies aimed at quality of life;
13. it is essential to favour the dissemination of knowledge and the update of all forest workers, improving: a) forest worker qualification; b) the awareness of the importance of the quality of silvicultural interventions; c) safety of forest operations;
14. active forest management according to internationally recognized criteria of sustainability represents the main tool for guaranteeing the effective defence and enhancement of the forest heritage, contributing to the achievement of specific objectives for the fulfillment of international commitments regarding the mitigation of, and adaptation to, climate change and the protection of the environment and landscape;
15. knowledge of new research methodologies means support for bringing about social and economic policies and for dealing with and solving the many sets of forestry problems, with respect to the differing conditions of various countries;
16. systemic silviculture, or *Silvosistemica*, explains the natural dynamic of the forest and guarantees, on the one hand, sustainable management from the ecological, economic, and socio-cultural point of view, and on the other, protects genetic resources and decreases the risks of biologic contamination;
17. it is necessary to promote, as indicated by the new Forest Strategy of the European Union, the awareness that sustainable forest management improves competitiveness of forest enterprises and is an instrument for creating jobs, particularly in rural areas while at the same time guaranteeing forest protection and forest ecosystem functioning;

18. the recent change in market demand for timber products toward use for energy is penalizing wood uses which provide for a longer carbon storage (e.g. building with higher environmental standards, furniture etc.). It is necessary to increase life length of wood products (e.g. with design and technological innovations) and make the improvement of wood quality an aim of silviculture;
19. wood quality is influenced by silviculture; technological transfer in the forest-wood chain needs experts in wood technology, who are able to link biological and technical knowledge in the different fields of application.

REGARDING SCIENTIFIC RESEARCH
THE CONGRESS PARTICIPANTS RECOMMEND THAT

1. university education will be supported, in a network, with the establishment of centers of excellence and the creation of specialized schools; technical-professional education, environmental education, and youth entrepreneurship will be promoted in forestry;
2. financing of forestry research excellence carried out at universities and research institutes will be increased so as to enhance competitiveness and integrate them into a network;
3. in research, the use of the reductionist, deterministic, and mechanistic exact sciences (nomothetic, or, in short, Newtonian mechanics) will be supplanted by the procedural sciences (developmental or historical) that take holism, organicism, and systemic thought into consideration;
4. Silviculturists and Wood technologists evaluate the implications of tree physiology and of the genome/functioning relations;
5. a clear language of forestry and the interactive transmission of forestry literature and new research methodologies will be promoted;
6. scientific knowledge on how forest ecosystems work will be translated into new management strategies that are adaptive and scientifically oriented;
7. the adoption of systemic silviculture oriented toward “active conservation” of biodiversity will be encouraged, effecting measures to prevent biotic and abiotic damage;
8. research on hydrogeological protection and on the role of silviculture for soil and water conservation will be strengthened.

THE CONGRESS PARTICIPANTS FOR ITALY RECOMMEND THAT

1. strategic guidance in the forest sector will be again carried out, with a revision, simplification, and update of the policies for the sector, and with the presentation of laws on forestry matters containing innovative tools capable of responding effectively to modern environmental and social needs; to economic, production, and employment necessities; and to international and EU commitments;
2. full force be given, and updates be assured, to the forest strategy defined by the Framework Programme for the Forest Sector, including by effecting greater institutional coordination among Ministries concerned with forestry matters;
3. a permanent office for coordinating forestry issues in the Ministry of Agricultural, Food and Forestry Policies be established that, while complying with the powers and the roles that the Constitution defines for the relationship between State and Regions, would also represent a single point of contact and guidance for national forest policies, and would coordinate institutional and inter-institutional cooperation for national and regional administrative bodies concerned with forestry policies and planning, as well as liaise with all international and EU initiatives in forest matters;

4. an appropriate plan of development and innovation transfer be promoted to foster an increase in the availability of wood materials for industry and energy within the framework of rural development actions on the national level;
5. tax relief be granted for forest operations, along with incentivizing and financially supporting forest improvements, including remuneration for forest ownership to the extent it produces environmental services in the public interest;
6. a cognitive framework for the situation and for forestry activity will be developed on a national level in order to analyze trends, stimulate research institutions, appeal to associations that serve the forest-timber-environment distribution chain and the world of business and labour;
7. in land planning policies and strategies the importance of silvicultural activities will be recognized as operational tools effective for the preventing and mitigating hydrogeological degradation and for securing land safety;
8. in the struggle against forest fires, the culture of emergency will be supplanted by silvicultural prevention, the development of innovative technologies for the forecasting of risk (remote sensors, environmental modeling), and monitoring of the effects of such events in ecological, economic, and social terms;
9. the forest-timber-environment distribution chain will be supported in all its stages, with particular reference to “short” distribution chains, also by means of certifying processes and quality of forest products, also promoting technological, scientific and technical education in the wood sector;
10. integrated forest-fauna management will be promoted, in the awareness that the forest fauna is an essential component of forest ecosystems; rational forms of grazing will be incentivized and supported in order to guarantee harmony among interacting ecological and socio-economic processes with the goal of protecting the forests;
11. the development of entrepreneurship for the forest-timber distribution chain be promoted, involving the trade associations, guaranteeing the following to those with interests in the sector: recognition of the specific legal form; appropriate education and safety on-the-job; the coordination and mutual recognition, both among Regions and at the European level, of lists or registers of firms accredited to carry out work, activities, and services in the forest area and in land safety;
12. the law will take into account growing economic necessities and social needs; and guarantee an effective and widespread realization of actions necessary for the fulfillment of international guidelines and priorities in environmental, energy, and climate matters;
13. growth and ability to face new challenges and opportunities on the side of forest enterprises will be stimulated, also through efficient resource and energy use, structural improvement, innovation, education and development of competences;
14. useful administrative tools be identified and implemented for promoting and incentivizing sustainable forest management aimed at guaranteeing the continuity and spread of active forest management, including using local marketing strategies and promotions for forest products, also through the creation of a label “wood from Italy”;
15. association among forest owners be promoted in order to limit the negative effects of property fragmentation, also for facilitating infrastructure planning and shared use of technologically advanced machines and equipment;
16. a public awareness campaign be launched by central authorities of the State, Regions, and Autonomous Provinces, in collaboration with the Universities and Research Authorities, clarifying the risks associated with forest abandonment and underlining the importance of proper forest management for land safety.

