

## **RUOLO E CONTRIBUTO DEL SETTORE DELLA TECNOLOGIA DEL LEGNO E DELLE UTILIZZAZIONI FORESTALI NEL CONTESTO FORMATIVO, SCIENTIFICO E PRODUTTIVO IN ITALIA**

**Stefano Berti<sup>1</sup>, Roberto Zanuttini<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Istituto per la valorizzazione del legno e delle specie arboree (IVALSA - CNR), Sesto Fiorentino (Firenze)

<sup>2</sup>Dipartimento 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](http://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](http://www.workshopboislab.it) e [http://issuu.com/woodlab/dcs/brochure\\_10-10rid](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) Demonstrational artefact, manufactured by the interactions and research activity done involving experts of design ([www.workshopboislab.it](http://www.workshopboislab.it) e [http://issuu.com/woodlab/docs/brochure\\_10-10rid](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”.

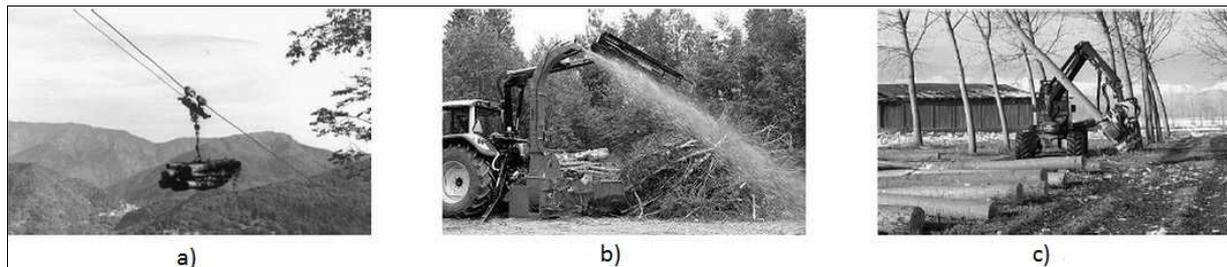


Figura 2. a) L'ambito disciplinare delle utilizzazioni forestali è in grado di fornire indicazioni tecnico-scientifiche e strumenti utili nella progettazione di linee di esbosco con gru a cavo in un'ottica multi-obiettivo.

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: *Lignea materia, “Studi sulla conservazione e il restauro del patrimonio artistico e architettonico ligneo”*, Quattroemme, Perugia, pp. 58.