

Qualità del legno: dal bosco alle applicazioni industriali

Premessa

Il sistema industriale trae vantaggi tecnici, logistici ed economici nell'utilizzare materie prime di qualità nota e costante.

Tale condizione, che si verifica normalmente in molti settori industriali, non è la norma per la filiera foresta - legno (*forest - wood chain*) poiché la materia prima utilizzata, il legno appunto, presenta una elevatissima variabilità intrinseca dovuta all'origine biologica.

Oltre alla elevata variabilità tra i generi botanici e tra le specie legnose di interesse commerciale, si verificano significative differenze nelle caratteristiche del legno legate alle zone di produzione e alle tecniche di gestione (fattori sintetizzati dalla definizione di provenienza).

Inoltre, anche nell'ambito di provenienze definite, si è resa evidente una deriva nel tempo che determina cambiamenti nelle caratteristiche del legno e nella qualità.

Il contributo della ricerca per incrementare e razionalizzare la corretta e sostenibile utilizzazione del legno consiste, tra l'altro, nel caratterizzare la materia prima valorizzandone le caratteristiche proprie delle diverse specie, delle provenienze e della "qualità".

Valorizzazione del legno

La valorizzazione del legno, può essere conseguita con procedure diverse di caratterizzazione in funzione degli scopi.

Nel caso in oggetto, si ritiene che si possano identificare almeno due approcci differenti:

1. Caratterizzazione di base e valorizzazione per destinazioni d'uso non definite: questo approccio non pone vincoli a priori sull'uso finale del materiale studiato ed è quindi un metodo che permette ampia libertà nelle successive fasi di commercializzazione ed utilizzazione del materiale; per contro le indagini condotte, proprio per il carattere generale ed onnicomprensivo, consentono di valorizzare solo in parte le caratteristiche peculiari del materiale.
2. Caratterizzazione e valorizzazione per destinazioni d'uso: questo secondo approccio è invece vincolante sugli usi finali del legno, che devono essere quindi noti e definiti. È questo un metodo che permette di valorizzare meglio la specie legnosa con caratteristiche peculiari dovute alla zona di provenienza, ma che ha il limite di essere legata ad una destinazione d'uso specifica.

Di seguito si chiarisce cosa si intende per 'qualità del legno' e si riporta lo schema generale adottato da chi scrive per la valorizzazione di specie legnose.

Qualità del legno

Il concetto di qualità, nel caso del legno, non può prescindere da alcune considerazioni preliminari. La qualità del legno non è infatti un valore assoluto poiché le caratteristiche delle diverse specie legnose possono essere talmente differenti che la definizione di qualità in senso lato risulta estremamente difficoltosa.

Nel caso in cui si prospettano molteplici destinazioni d'uso e non pare utile escluderne a priori alcune privilegiandone altre, risulta opportuno identificare alcuni parametri idonei a fornire egualmente una caratterizzazione del materiale.

Si identificano almeno due differenti fattori che definiscono in modo generale la qualità della risorsa legnosa:

- 1 la qualità di base della materia prima lignea priva di difetti definita dalle caratteristiche fondamentali del legno che possono essere sinteticamente identificate nelle proprietà fisico-meccaniche misurate su provini piccoli ed esenti da difetti (in figura 1);
- 2 la qualità dei fusti, che si riflette nei passaggi successivi (assortimenti ritraibili) come qualità del tondo e qualità dei segati, definita dalla presenza, distribuzione e numerosità di anomalie e difetti (in figura 2).

La qualità di base influisce su molti aspetti applicativi quali per esempio quelli

in cui siano importanti le proprietà meccaniche (per esempio la durezza per il legno da pavimenti, la resilienza per gli attrezzi sportivi, ecc.) e le proprietà fisiche (per esempio la massa volumica come indicatore della stabilità dimensionale). Si determina con prove di laboratorio.

La qualità delle piante in piedi si riflette direttamente sia sulla resa di segazione quantitativa sia sulla resa in termini di valore degli assortimenti ritraibili.

Inoltre essa influisce anche su aspetti legati alla resistenza meccanica; infatti nel legno per usi strutturali, nell'ambito di una singola specie legnosa, ha maggior importanza la presenza e la distribuzione della difettosità rispetto alle sole caratteristiche di elasticità e resistenza.

Nel caso di destinazioni d'uso definite, le procedure sono assai differenti ed in funzione delle proprietà significative per l'uso previsto e non saranno qui descritte.

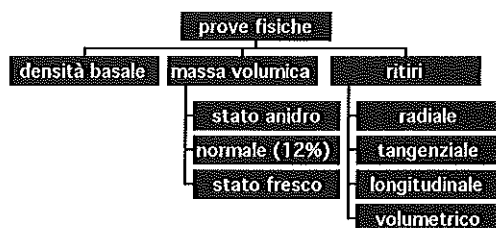


Fig. 1 - Principali prove fisiche su provini piccoli ed esenti da difetti.



18 Fig. 2 - Principali caratteristiche che permettono di determinare la qualità dei fusti.

Produzione in bosco

Le caratteristiche fisiche, meccaniche, morfologiche (forma e dimensione di fusto e chioma), di stabilità dimensionale, di lavorabilità, di durabilità naturale, idoneità agli incollaggi e ai trattamenti ecc. sono il risultato delle complesse interazioni che avvengono in quel raffinato laboratorio artigianale che è il bosco durante il proprio ciclo vitale.

Le caratteristiche di ogni singola pianta sono il risultato del contributo di un elevatissimo numero di fattori tra cui ricordiamo, a titolo di esempio non esaustivo: specie, clima, suolo, morfologia del territorio, quota, esposizione, disponibilità d'acqua, densità del bosco, selvicoltura adottata, ecc.

Poiché i fattori geografici e meteorologici non sono modificabili, si evidenzia la fondamentale importanza che rivestono i tecnici adibiti alla gestione del bosco che influiscono direttamente sulla qualità della materia prima con le scelte selvicolturali. In figura 3¹ si riporta un esempio di come la densità del bosco influisce sulla forma del fusto e della chioma.

Relazioni tra qualità del legno e caratteristiche legate allo sviluppo della pianta

L'interazione dei fattori sopra citati influenza l'accrescimento della pianta sia a

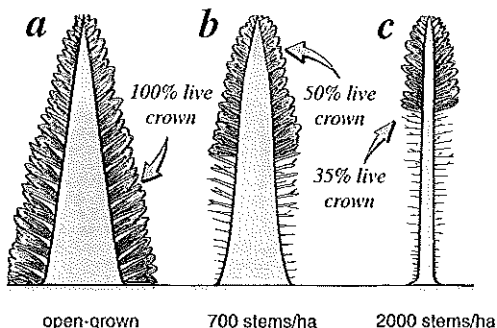


Fig. 3 - Influenza della densità (da sinistra: piante isolate, 700 piante/ha, 2000 piante/ha), che dipende dalle scelte gestionali, sulla forma del fusto e della chioma (da Josza *et al.*, 1994).

livello microscopico sia a livello macroscopico, con riflessi sulla qualità del legno che non sempre sono noti a chi utilizza il legno come materia prima. Di seguito si forniscono alcuni esempi, forse poco noti ai non addetti ai lavori, di proprietà microscopiche e macroscopiche rilevabili nel legno o sulla pianta che hanno riflessi sulla qualità del legno.

Anelli di accrescimento

Anelli piccoli e regolari, testimonianza di accrescimenti lenti e regolari, sono garanzia di legno di buona qualità. Questa asserzione è confortata da numerose conferme, tali da aver indotto ad utilizzare, spesso acriticamente, questo parametro come indicatore sintetico di altre proprietà del legno (per esempio nel caso delle conifere si utilizza la relazione diretta tra accrescimenti, massa volumica e le proprietà ad essa correlate).

Tale relazione (fittezza anelli *versus* massa volumica) è stata recentemente messa in dubbio nelle forme e nei modi con cui questo indicatore veniva interpretato (BRUNETTI *et al.*, 1998).

Anatomia

Gli aspetti anatomici hanno riflessi su numerosi aspetti legati agli usi finali.

La dimensione degli elementi cellulari (tessitura) si riflette sull'attitudine a lavorazioni quali la tornitura o la politura.

La presenza di estroflessioni interne (tille) o la chiusura di aperture della parete cellulare (occlusione delle punteggiature) determinano difficoltà nel passaggio di liquidi e influisce quindi in processi quali l'essiccazione o l'impregnazione. Sempre a livello microscopico, si rileva per esempio che all'interno della fibra può essere importante anche lo spessore della parete cellulare che concorre a determinare, con altri

¹ Le immagini delle figure 1, 2, 3 e 4 sono tratte dalla pubblicazione di Josza e Middleton riportata in bibliografia.

fattori quali lo spessore degli anelli e la dimensione degli elementi cellulari, la massa volumica del legno. Procedendo verso strutture sempre più piccole, all'interno della parete secondaria si trovano le cosiddette microfibrille.

L'orientamento di queste strutture (angolo rispetto all'asse del lume cellulare, fig. 4) influisce sull'anisotropia di ritiri e rigonfiamenti determinati dalla variazione di umidità del legno (adsorbimento e desorbimento). Non sono disponibili attualmente procedure industriali per determinare questa proprietà che pertanto non viene attualmente presa in considerazione tra le proprietà tecnologiche da parte degli utilizzatori.

Massa volumica

La massa volumica è l'indicatore sintetico più utile per stimare numerose proprietà: proprietà meccaniche (in particolare la durezza), lavorabilità, stabilità dimensionale, usurabilità, ecc. Uno degli aspetti che si sta rivelando decisivo nell'uso industriale di alcune specie legnose che si renderanno disponibili in elevate quantità è quello delle variazioni di massa volumica all'interno

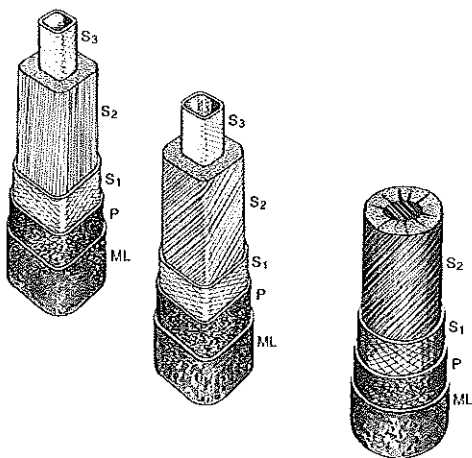


Fig. 4 - Angolo delle microfibrille rispetto all'asse longitudinale del lume in tre tipi di legno. Da sinistra, su legno adulto, su legno giovanile e su legno di reazione. tale angolo è in stretta relazione con l'anisotropia dei ritiri.

dell'anello di accrescimento. Un esempio significativo è la douglasia (*Pseudotsuga menziesii* Franco subsp. *menziesii*) di piantagione, la cui massa volumica varia da valori estremamente bassi nella zona primaticcia dell'anello (accrescimento primaverile) a valori molto elevati nella zona tardiva (accrescimento estivo) determinando difetti di lavorazione sia nelle prime che nelle seconde lavorazioni (fig. 5).

Sono state studiate le problematiche legate a questa proprietà che si manifestano durante la sfogliatura (MOTHE, 1988; MOTHE *et al.*, 1997). Analogamente, la ricerca sta affrontando le problematiche relative alla qualità delle finiture superficiali dovute alle seconde lavorazioni, quali la fresatura e la piallatura (GOLI *et al.*, 1997).

Alburno e durame

È ben nota la differenza nelle proprietà tecnologiche tra alburno e durame nelle specie a durame differenziato.

Infatti tali specie presentano caratteristiche di durabilità naturale (capacità di resistere agli attacchi di natura biologica) che permettono l'utilizzazione del legno in am-

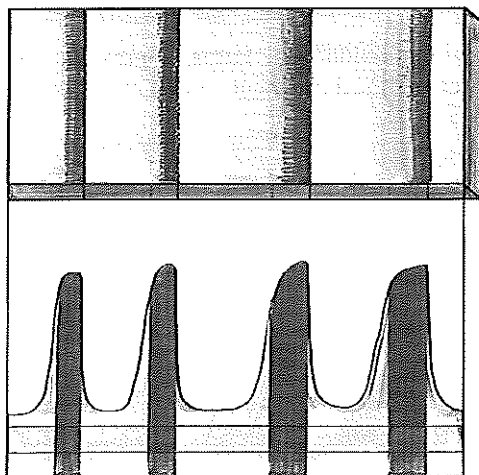


Fig. 5 - In alto, un provino di douglasia proveniente da piantagioni a rapido accrescimento europee. In basso, un radiodensitogramma intra-anulare che rappresenta la massa volumica del provino.

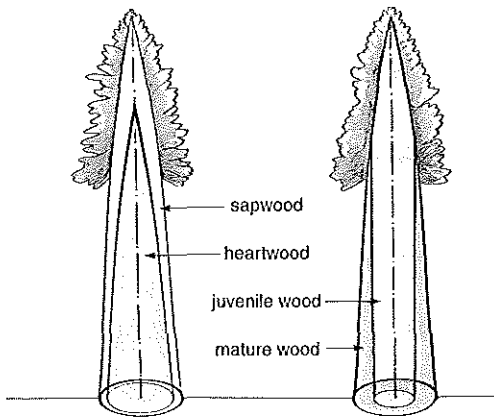


Fig. 6 - Alburno (*sapwood*) e durame (*heartwood*) determinano proprietà tecnologiche differenti (a sinistra). Sono meno diffuse le conoscenze sulle proprietà tecnologiche del legno giovanile (*juvenile wood*) (a destra).

bienti “difficili” senza il preventivo trattamento con prodotti preservanti.

Non sono altrettanto conosciute le diverse proprietà tra alburno e durame di specie indifferenziate dove è stato dimostrato che vi possono essere differenze nell’anisotropia dei ritiri e nelle caratteristiche di diffusività al vapore, che è un indicatore in relazione alla facilità di essiccazione (ALLEGRETTI *et al.*, 1999). Inoltre in molte conifere, vi è una forte differenza di umidità del legno tra alburno e durame, che influenza le lavorazioni da effettuare su legno fresco, come nel caso della sfogliatura (NEGRI *et al.*, 1997) o nel caso dell’essiccazione.

Relazioni tra qualità del legno e anomalie o difetti

La qualità del legno è fortemente influenzata anche da tutte quelle anomalie e peculiarità che l’utente considera come difetti tecnologici, in relazione alla destinazione di uso del legno.

Tra le proprietà del legno che sono correntemente considerate come difetto, ricordiamo: i nodi, le tasche di resina, le inclusioni di corteccia, la deviazione della fibrazione, la cipollatura, gli inclusi cellulari, il

legno giovanile, il legno di reazione ed altri difetti ancora.

Data la vastità dell’argomento e le rilevanti implicazioni tecnologiche che ciascuna tipologia di difetto comporta (e che richiederebbe uno spazio appropriato), mi limiterò ad alcune considerazioni in merito alle ultime due voci citate, cioè legno giovanile e legno di reazione.

Legno giovanile

Un fenomeno ben noto nella letteratura tecnica e scientifica nord-europea e nord-americana, ma sottovalutato sino a tempi recenti in ambito nazionale è l’influenza sulle caratteristiche fisiche del cosiddetto legno giovanile. Il legno giovanile è quel legno prodotto da cambio immaturo nei primi anni di crescita della pianta e corrisponde, in prima approssimazione, al legno del midollo; tale legno presenta proprietà differenti rispetto al legno adulto, che è prodotto dal cambio maturo.

Le proprietà del legno giovanile sono differenti rispetto a quelle del legno adulto sia per la massa volumica sia per l’entità dei coefficienti di ritiro.

La presenza contemporanea del legno prodotto dal cambio immaturo e di quello prodotto dal cambio adulto nello stesso assortimento (tavola, trave o sfogliato) è causa di difetti tecnologici rilevanti quali, ad esempio, ritiri asimmetrici, deformazioni, ecc..

Il limite tra legno giovanile e quello adulto non è determinabile con procedure speditive, applicabili in ambienti industriali, e non viene attualmente preso nella dovuta considerazione da parte degli utilizzatori.

Legno di reazione

Il legno di reazione viene generato dalle piante sottoposte ad una sollecitazione meccanica prolungata nel tempo che tende a portare fuori equilibrio la pianta e si manifesta su piante con chioma asimmetrica, piante sottoposte a venti costanti, piante su forte pendio, ecc.

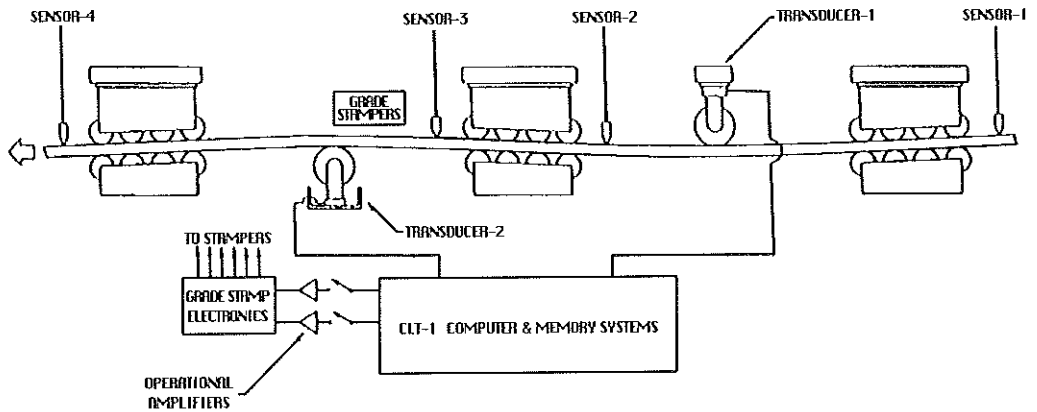


Fig. 7 - Schema di funzionamento di una *Strength-Grading Machine*, in cui il segato viene passato tra rulli che determinano il modulo di elasticità.

Si presenta secondo due tipologie di manifestazioni. Nelle latifoglie è localizzato nella parte della pianta sottoposta a sforzi di trazione e prende il nome di legno di tensione. Nelle conifere è localizzato nella parte della pianta sottoposta a sforzi di compressione e prende il nome di legno di compressione. È spesso presente nel legno proveniente da boschi di montagna e determina una variazione nell'anisotropia dei ritiri, nel rapporto tra contenuto ligninico e celluloso e nella massa volumica. E' causa di deformazioni negli assortimenti e viene identificato facilmente dopo l'essiccazione del materiale, che si presenta fortemente deformato. Gran parte delle industrie non posseggono le conoscenze o le tecnologie per determinare questo difetto all'inizio del ciclo di lavorazione.

Le caratteristiche, sinteticamente accennate sopra, rappresentano solo una piccola parte degli indicatori di qualità che hanno influenza sul corretto utilizzo (prime trasformazioni, essiccazione, seconde lavorazioni, trattamenti, posa in opera, ecc.) di questa materia prima. Frequentemente tali problematiche sono poco considerate dall'industria che dovrebbe, invece, prenderle seriamente in considerazione per utilizzare al meglio le caratteristiche del materiale.

Metodi industriali per determinare la qualità

Attualmente il controllo oggettivo tramite misure fisiche o di altro genere delle caratteristiche della materia prima è piuttosto limitato, eccetto per alcune industrie che utilizzano razionalmente il legno per usi strutturali.

Viceversa un controllo sistematico, anche se empirico e con parametri non oggettivi e variabili, viene effettuato sulla base di osservazioni visuali nei vari passaggi della commercializzazione. Il margine di discrezionalità e la scarsa trasparenza del metodo, sono causa di contestazioni e diatribe commerciali e legali.

Metodi automatizzati

Nel caso dei metodi automatizzati si sono diffusamente affermate da una trentina d'anni negli Stati Uniti, in Sud-Africa, in Australia e nel Regno Unito le *Strength-grading Machines* che permettono di attribuire il segato ad una classe di resistenza meccanica. Tale principio è stato ripreso attualmente dalla normativa di supporto all'Eurocodice 5, che è il codice di calcolo europeo per le strutture in legno. Queste macchine si basano su principi differenti quali la determinazione del "modulo elastico apparente", o la

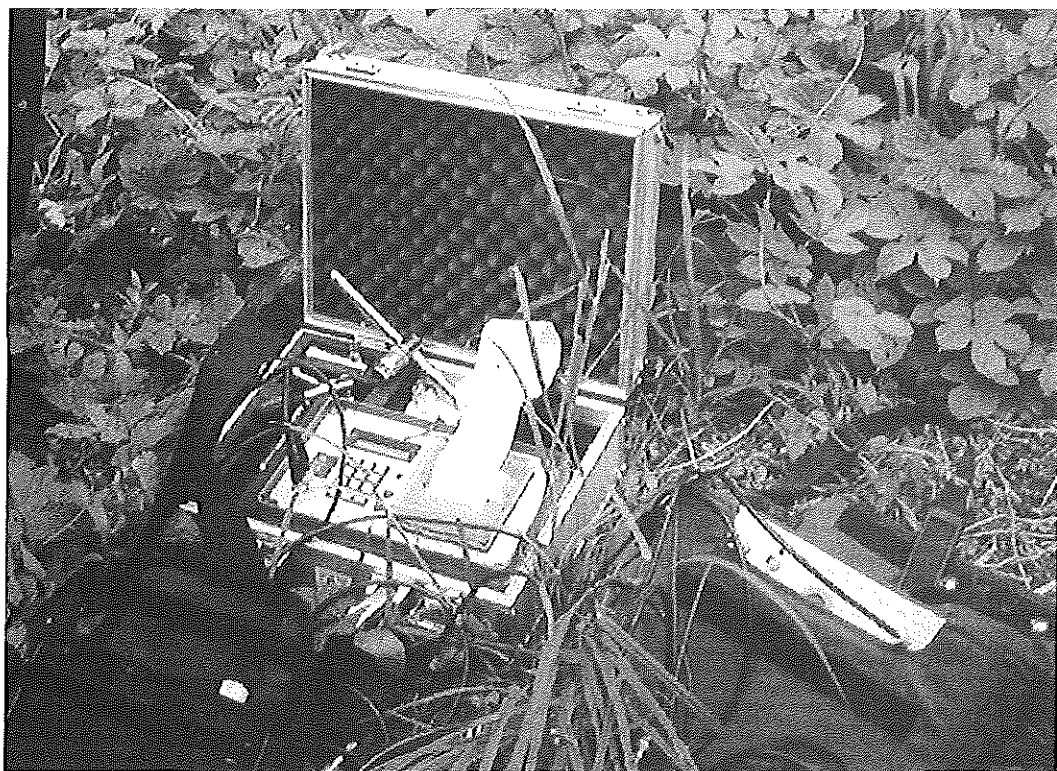


Fig. 8 - Il martello strumentato permette di determinare le caratteristiche elastiche dei segati e delle piante in piedi, come nel caso della figura.

determinazione di moduli elastici dinamici ottenuti sia sulla base dell'analisi delle frequenze libere di vibrazione in seguito a sollecitazione meccanica, sia sulla base del tempo di passaggio di onde ultrasoniche.

Tali metodi sono idonei a caratterizzare il legno per usi strutturali e sono potenzialmente adottabili da aziende di medie dimensioni. In Italia queste macchine sono misconosciute.

Metodi visuali

Le classificazioni visuali dei segati sono adottabili sia per gli impieghi strutturali (in Italia poco utilizzate) sia per altri impieghi. Queste possono essere eseguite manualmente o con procedure semi-automatizzate; attualmente non vi sono sistemi efficaci per una classificazione visuale completa-

mente automatizzata.

Le regole di classificazione visuale rappresentano uno strumento efficace per una trasparente definizione di alcuni aspetti che compongono la cosiddetta qualità del legno. Nel campo del commercio nazionale sono adottati empiricamente dei "raggruppamenti qualitativi" (classi, assortimenti, qualità) i cui limiti sono soggettivamente attribuiti dai singoli operatori sulla base di "Usi e Consuetudini" locali (riportati a volte in pubblicazioni delle Camere di Commercio a livello provinciale).

Attualmente trovano scarsa applicazione operativa strumenti normativi e regole già esistenti, quali la norma europea EN 1611 e la regola di classificazione ammessa al cosiddetto "Contratto tipo" 1984/86 relativo al miglioramento del traffico commerciale di segati tra l'Austria e l'Italia stipulato tra il *Bundesholzwirtschaftsrat* e Federazione



Fig. 9 - Il *Sylvatest* è un apparecchio ad ultrasuoni per determinare, come lo strumento della figura precedente, le proprietà meccaniche sia dei segati sia delle piante in piedi.

Nazionale Commercianti Legno.

Soprattutto quest'ultima normativa, che è risultato di un accordo tra categorie economiche qualificate e che esiste nelle versioni in lingua italiana e austriaca, meriterebbe maggiore diffusione tra gli operatori italiani del settore. È uno strumento già disponibile, operativo ed accettato che potrebbe favorire trasparenza nei rapporti commerciali tra i mercati italiani e quelli di lingua tedesca.

Conclusioni

Le considerazioni espresse qui sopra possono essere sintetizzate in alcuni punti, come di seguito riportato:

- Il legno si produce in bosco. Ne consegue che le scelte tecniche e gestionali dei tecnici forestali sono di fondamentale importanza per la qualità della materia prima per l'industria del legno.
- Il legno è un prodotto di origine biologica con proprietà estremamente variabili.
- Le caratteristiche tecnologiche e soprattutto la variabilità di questa materia prima non sono sufficientemente note agli utilizzatori.
- Alcuni indicatori di qualità sono rilevabili solo a livello microscopico con procedure difficilmente inseribili in un contesto di produzione industriale.
- Altri indicatori sono rilevabili macroscopicamente con procedure compatibili con la produzione industriale (con metodi strumentali o con metodi visuali).

Alla luce delle considerazioni sopra esposte risulta facilmente comprensibile come e perché la ricerca debba essere considerata un supporto fondamentale per l'industria:

- per studiare gli indicatori di qualità microscopici e per evidenziare gli effetti tecnologici di proprietà apparentemente trascurabili;
- per mettere a punto metodi e tecnologie per la determinazione di tali indicatori;
- per diffondere le conoscenze sugli strumenti non distruttivi già disponibili per la determinazione degli indicatori macroscopici;
- per studiare, migliorare, omogeneizzare e diffondere i metodi di classificazione visuale.

Il contributo della ricerca qui illustrato è stato volutamente limitato alle problematiche connesse alla materia prima. Si intende che ampi spazi di sinergia tra ricerca e industria esistono anche per altri settori quali lo sviluppo di tecnologie di trasformazione (lavorazioni, essiccazione, trattamenti, ecc.), sviluppo di prodotti innovativi a base legno, caratterizzazione e certificazione di prodotto.

dott. Martino Negri

Responsabile del Laboratorio di Caratterizzazione e Prove Non-Distruttive ITL
CNR - ITL Istituto per la Tecnologia del Legno,
S.Michele a/A, Trento
e-mail: Martino.Negri@ITL.TN.CNR.IT

BIBLIOGRAFIA

ALLEGRETTI O., BERNABEI M., NEGRI M., PIUTTI E., 1999 - *Sapwood / heartwood proportion related to some technological properties in Picea abies in Trentino (Italy)*. Proceedings of the 4th International Conference on Development of Wood Science/Technology and Forestry, July 14-16 1999, Missenden Abbey, United Kingdom, 475-485 pp.

BRUNETTI M., MACCHIONI N., NEGRI M., POLLINI C., 1998 - *Growth rate/density relationship for Norway Spruce: a problematic issue*. Cost 8 Workshop, 12-13th May 1998, Florence, Italy,

GOLI G., NEGRI M., MARCHAL R., LARRICQ P., 1997 - *The machining process of the European Douglas Fir: the surface quality*. Proceedings of the 3rd International Conference on Development of Wood Science/Technology and Forestry, September 1997, University of Belgrade, Yugoslavia, 473-480 pp.

JOSZA L.A., MIDDLETON G.R., 1994 - *A discussion of wood quality attributes and their practical implications* - Special Publication, No.SP-34, Forintek Canada Corp. Western Laboratory, 42 pp.

MOTHE F., 1988 - *Aptitude au déroulage du bois de Douglas. Conséquences de l'hétérogénéité du bois sur la qualité des placages* - Thèse de doctorat de l'IN.P.L. en Sciences du Bois, 173 pp.

MOTHE F., THIBAUT B., MARCHAL R., NEGRI M., 1997 - *Rotary Cutting Simulation of Heterogeneous Wood: Application to Douglas Fir Peeling*. Proceedings of 13th International Wood Machining Seminar, July 17-20 1997, Vancouver, Canada, 411-428 pp.

NEGRI M., MARCHAL R., MOTHE F., 1997 - *Analysis of the European Douglas Fir Rotary Cutting: Lathe Setting and Steaming Process*. Proceedings of 13th International Wood Machining Seminar, July 17-20 1997, Vancouver, Canada, 561-572 pp.

Riassunto

Oggetto di questo contributo è la conferenza organizzata dall'ITL/CNR sulla qualità del legno. Si passano rapidamente in rassegna i principali fattori che determinano la qualità del legno legati allo sviluppo della pianta legnosa, quali: anelli di accrescimento, caratteristiche anatomiche, alborno e durame, massa volumica. Vengono quindi illustrate, tra le caratteristiche che sono considerate dei veri e propri difetti (nodi, tasche di resina, ecc.), due fenomeni particolarmente rilevanti: il legno giovanile e il legno di reazione.

Infine viene fatto cenno ai principali metodi applicabili in bosco o in ambiente industriale per determinare in modo obiettivo la qualità del materiale in uso: le classificazioni visuali e i metodi di prova non distruttivi.

Summary

This paper reports about a conference on the quality of the wood, from forest to industrial uses, organised by ITL/CNR. Some properties related to the wood quality in relationship with the growth of the tree, such as the growth rings, the anatomical properties, sapwood and heartwood, and the density are discussed. Among the wood properties considered as a defect (such as knots, resin and bark inclusion, etc.), two relevant phenomena are discussed: juvenile wood and reaction wood.

Finally the paper reports about the main method for determining the quality of raw material, both in forest and in industrial environment: the visual grading methods and non-destructive testing.