

ROBERTO ZANUTTINI (*)

I MODERNI PANNELLI A BASE DI LEGNO

FDC 862

L'articolo descrive le principali tipologie di pannelli a base di legno, ponendo particolare attenzione a quelli di produzione europea che trovano tradizionale impiego in edilizia, come materiali strutturali e non, e nel settore dell'arredamento. Mediante una breve analisi dell'influenza esercitata dalla geometria degli elementi legnosi unitari di cui i vari pannelli sono composti, viene evidenziato come facendo variare le dimensioni e la forma dei suddetti elementi, la loro disposizione reciproca, il tipo di adesivo e il metodo o le condizioni di composizione e pressatura, sia possibile realizzare un'ampia gamma di prodotti dalle proprietà peculiari.

Viene quindi illustrato il quadro normativo di riferimento, presentando i criteri su cui si basano le nuove norme europee che costituiranno il necessario supporto tecnico alla produzione, commercializzazione e corretto impiego dei semilavorati in oggetto.

GENERALITÀ

I pannelli a base di legno costituiscono un'ampia e variegata categoria di semilavorati ad elevato contenuto tecnologico, caratterizzati da apparenza superficiale, aspetti tecnici, destinazione d'uso e valore di mercato anche molto diversi. Essi presentano forma rettangolare, superfici piane, spessore limitato e sono ottenuti con modalità ben distinte e definite che tuttavia prevedono, come denominatore comune, la riduzione della materia prima legno in elementi-base di configurazione e dimensioni peculiari e la loro successiva essiccazione e riagggregazione (MARRA, 1992).¹

(*) Dipartimento di Agronomia, Selvicoltura e Gestione del Territorio (Agroselviter) - Università di Torino.

¹ A differenza di altri materiali, la prima lavorazione del legno è quasi sempre eseguita a carico di un tronco o di una sua porzione (toppo o squadrato), con una macchina o impianto che permette di ridurlo in elementi (anche minuti) caratterizzati da una configurazione geometrica ben definita. Per questioni energetiche e di qualità del taglio, a questo livello il legno è lavorato sistematicamente «umido», prima cioè di subire un trattamento di essiccazione. Le principali modalità di taglio adottate industrialmente per la produzione di pannelli a base di legno sono la segagione, la sfogliatura e tranciatura, la sminuzzatura e la sfibatura (GIORDANO, 1983).

La ricomposizione dei suddetti elementi, tra cui sono inclusi segati, listelli, fogli, particelle o fascetti di fibre, viene eseguita in condizioni controllate, secondo processi prestabiliti ed implica quasi sempre la somministrazione di pressione, temperatura elevata e il ricorso ad adesivi termoindurenti, scelti in funzione delle esigenze di resistenza all'umidità che il manufatto dovrà soddisfare nelle successive condizioni di impiego (AA.VV., 1989; ADELIZZI, 1999; BARY-LENGER *et al.* 1999; COUTROT, 1993).

A volte, nella formulazione della miscela collante, oltre ad appositi prodotti destinati a ottimizzarne la viscosità (cariche e additivi) e ridurre i costi di incollaggio, vengono aggiunte sostanze chimiche in grado di migliorare talune proprietà del pannello, quali la sua reazione al fuoco, la durabilità nei confronti di agenti del biodegradamento, la stabilità dimensionale ecc..

La concomitante presenza di elementi legnosi e adesivo fa sì che, anche a questi importanti derivati della trasformazione industriale del legno, possa essere attribuita la denominazione di compositi; quest'ultima, tuttavia, è per lo più riservata ai «*sandwich*» ottenuti dall'unione dei suddetti pannelli con materiali non legnosi, usati come inserto o rivestimento.

ORIGINE E SVILUPPO

Pur potendo attribuire ad alcuni pannelli a base di legno un'origine remota, in quanto vi sono numerosi esempi storici di manufatti dalla tipologia più o meno simile a quella degli attuali pannelli, il loro sviluppo su scala industriale risale al secolo scorso, ed è stato trainato dalla messa a punto e successiva evoluzione delle macchine per la lavorazione del legno (già iniziata verso la fine dell'800), degli adesivi sintetici (databile intorno agli anni '30) e di alcune innovazioni tecnologiche.

Le motivazioni della loro rapida affermazione trovano principalmente riscontro nella necessità di superare i limiti dimensionali e di forma insiti nel tondame ritraibile dai fusti arborei, ottenere manufatti dalle caratteristiche geometriche progettabili, nonché dal comportamento più facilmente prevedibile e interpretabile, e realizzare semilavorati di ampia superficie ed elevata stabilità dimensionale.

È il caso, ad esempio, di alcuni pannelli strutturali che per la loro affidabilità, in linea con quella dei prodotti di più comune impiego in ambito edilizio, hanno determinato, di concerto con il legno lamellare incollato, un rinnovato interesse all'uso del legno in molte applicazioni della moderna ingegneria civile, consentendogli di abbandonare lo stereotipo di materiale idoneo ai soli casi in cui prevale la funzione estetico-decorativa.

Con ancora maggiore evidenza, dalla seconda metà del '900, i pannelli di particelle e, più di recente, i pannelli di fibre si sono affiancati alle tipolo-

già esistenti, fornendo uno sbocco industriale anche per assortimenti di minor pregio e materiale legnoso di piccole dimensioni. Grazie alla loro omogeneità, versatilità di impiego e costo contenuto, tali semilavorati hanno rivoluzionato il settore della falegnameria e, consentendo una produzione in serie di supporti per materiali di rivestimento (legnosi o meno), in linea con le crescenti esigenze del *design* e l'evoluzione del mercato, hanno favorito il successo della moderna industria nazionale del mobile e dei componenti d'arredo.

In questo contesto, le opportunità offerte dai moderni pannelli e compositi, relativamente all'ottimizzazione delle caratteristiche tecnologiche della materia prima, all'aumento della resistenza meccanica, chimica e in parte biologica, all'ampliamento delle possibilità architettoniche ed ai vantaggi di tipo economico, costituiscono ulteriori ragioni del loro gradimento rispetto ai tradizionali semilavorati di legno massiccio (di cui hanno decretato una crescente sostituzione) e dello sviluppo esponenziale registrato nei loro consumi.

L'attualità ed i pregi di tali prodotti, in virtù soprattutto di una loro indiscussa valenza ecologica rispetto a molti potenziali concorrenti, forniscono inoltre un valido contributo per conseguire obiettivi di «sviluppo sostenibile», mirati cioè ad incoraggiare la produzione di manufatti con impatto ambientale minimo durante il loro intero ciclo di vita. In quest'ambito, molti di essi rappresentano per il progettista e l'utente finale una risposta positiva anche alle suddette esigenze, dal momento che la materia prima utilizzata deriva ormai quasi esclusivamente da piantagioni specializzate, impianti di «arboricoltura da legno» o è fornita da materiali ligneo-cellulosici di scarto o recupero (cimali, ramaglia, tronchetti, refili e altri scarti di lavorazione, pallets ecc.). Oltre a determinare la realizzazione di materiali omogenei, ciò implica positivi risvolti ecologici indiretti, consentendo di esercitare una minor pressione sulle formazioni forestali di origine naturale che, per ubicazione e caratteristiche, sono destinate a svolgere funzioni diverse da quelle classiche (produttiva e di protezione idrogeologica) ma parimenti utili e di maggior interesse per la collettività (quali, ad esempio, la funzione paesaggistica, turistico-ricreativa e di conservazione della biodiversità ecosistemica).

PRINCIPALI TIPOLOGIE, CARATTERISTICHE ED IMPIEGHI

I prodotti in esame formano un gruppo di materiali derivati dalla prima trasformazione industriale del legno che comprende le seguenti principali tipologie (ZANUTTINI, 1996):

- pannelli di legno massiccio, noti anche come «pannelli lamellari», composti da listelli o tavolette ottenuti per segazione, incollati tra loro lungo i

- bordi o, nel caso di pannelli a più strati, anche sulle facce; il loro aspetto superficiale può evidenziare elementi interi o giuntati longitudinalmente («di testa»);
- pannelli di legno compensato e paniforti, che si distinguono in quanto i primi sono formati da un insieme di strati (solitamente dispari) di sfogliati sovrapposti con la direzione della fibratura del legno disposta alternativamente ad angolo retto, mentre i paniforti presentano strati esterni di sfogliato e uno strato centrale (detto «anima»), di maggior spessore, in genere costituito da listelli o lamelle incollati o meno tra loro. Per alcuni aspetti simile ai pannelli di questo gruppo sono: l'LVL (*Laminated Veneer Lumber*) o PLV (*Parallelel Laminated Veneer*), un prodotto realizzato in continuo o comunque di grandi dimensioni, destinato soprattutto ad impieghi strutturali, formato da strati di sfogliati per lo più giuntati di testa e sovrapposti con fibratura parallela, e il Parallam[®], costituito da striscioline di sfogliato allineate parallelamente e incollate mediante pressatura con riscaldamento a microonde al fine di realizzare elementi strutturali di varie sezioni e lunghezza;²
 - pannelli di particelle, composti da materiale lignocellulosico di varia provenienza, ridotto previo sminuzzatura in forma di frammenti più o meno allungati (scaglie, schegge o trucioli) e reso solidale con l'aggiunta di adesivi tramite pressatura tra piastre piane o calandratura in continuo; per quanto riguarda l'industria europea, essi annoverano il truciolare e i pannelli di scaglie orientate (OSB o *Oriented Strand Boards*), altrimenti sono disponibili sul mercato anche pannelli di scaglie (*waferboards* e *flakeboards*) e di schegge (Intrallam[®]) di produzione nord-americana (GRIFFITHS, 1995);
 - pannelli di fibre, pressoché formati dalla stessa materia prima dei precedenti ma che in questo caso viene ridotta, tramite sfibratura, a dimensioni ancor più minute; in base al diverso processo produttivo, che ne condiziona anche la densità finale, essi sono ulteriormente distinti in pannelli di fibre ottenuti per via umida o per via secca: tra i primi rientrano quelli a bassa densità (detti anche «porosi»), a media e ad alta densità (pannelli HDF), mentre i secondi comprendono, in particolare, i pannelli mdf (*Medium Density Fiberboards*);
 - pannelli di legno-cemento, ottenuti facendo uso di leganti minerali (per lo più, malte di tipo magnesiaco o cementizio) che hanno la funzione di

² Pur trattandosi di prodotti strutturali il cui aspetto finale è generalmente quello di travi o travetti di sezione più o meno ampia, LVL, PLV, Parallam ed Intrallam vengono considerati in quest'ambito in quanto la loro realizzazione prevede l'impiego di gran parte della tecnologia e degli impianti tradizionalmente adottati per i pannelli a base di legno. Ad eccezione del Parallam, inoltre, le dimensioni del prodotto finale sono ricavate sezionando un semi-lavorato che ha la forma di un grande pannello (ZANUTTINI e MACCHIONI, 1997).

agglomerare e consolidare elementi unitari costituiti da lana di legno (come nel caso dei pannelli tipo «Eraclit®») o da particelle o fibre (ad esempio, nei pannelli tipo «Viroc®» e «PLS»).

Com'è logico attendersi, gli elementi-base assumono un'importanza considerevole nella definizione delle caratteristiche del prodotto finale e la riduzione delle loro dimensioni comporta una serie di conseguenze sia in termini di impiantistica richiesta dal processo produttivo che di aspetto finale e prestazioni del manufatto realizzabile (tabella 1). A questo proposito, infatti, pannelli ottenuti dalla ricomposizione di elementi-base quali segati, listelli e sfogliati, ricavabili peraltro solo da tondame con determinati requisiti dendrometrici e qualitativi, evidenziano ancora buona parte delle caratteristiche proprie del legno massiccio da cui derivano. In altri termini, essi mantengono un certo grado di anisotropia, un elevato livello di resistenza lungo una direzione preferenziale (ovvero parallelamente alla fibratura degli elementi principali) e presentano spesso le tipiche caratteristiche morfologiche della materia prima originaria (venatura, disegno ecc.) (STECK, 1995).

Quelli realizzati dall'aggregazione di particelle o fibre possono essere invece ottenuti a partire da qualsiasi materiale ligno-cellulosico (ad esempio, da assortimenti di piccole dimensioni o da scarti delle prime lavorazioni del legno), risultano più stabili dimensionalmente nei confronti di even-

Tabella 1 – Principali tipologie di pannelli a base di legno e caratteristiche geometriche degli elementi unitari di cui sono composti.

Tipo di pannello (denominazione commerciale)	elementi legnosi unitari	lunghezza (mm)	larghezza (mm)	spessore (mm)
Pannelli di legno massiccio	segati o listelli	250-5000	15-30	15-30
Compensato LVL o PLV	sfogliati	1220-3100	100-2500	0,8-5
Paniforti	sfogliati e listelli	(vedasi dimensioni precedenti)		
Parallam®	strisce di sfogliato	2500	30	3
Intrallam®		200-300	30-50	2-3
Pannelli tipo «Eraclit®»	lana di legno	500	3	0,5
<i>Waferboards</i>	scaglie (<i>wafers</i>)	25-75	13-38	0,6-1
<i>Flakeboards</i>	scaglie (<i>flakes</i>)	13-38	13-38	0,2-0,6
<i>Strandboards</i> , OSB	schegge (<i>strands</i>)	13-38	6-25	0,2-0,6
Pannelli tipo «Viroc®»	particelle	10-25	0,1-0,5	0,2-0,3
Truciolare		trucioli	1-15	0,1-1
Pannelli di fibre, Masonite®, mdf	fascetti di fibre	1-3	0,1-0,5	0,1-0,5

tuali variazioni termo-igrometriche, molto uniformi nelle loro caratteristiche fisico-meccaniche e, al limite, sono in grado di assumere e mantenere forme o curvature complesse. La loro minor resistenza, derivante dall'interruzione di continuità della fibratura del legno che costituisce la base delle caratteristiche prestazionali del materiale stesso, è solo in parte recuperabile aumentando la pressione di ricomposizione, la quantità di adesivo e, soprattutto, mediante un miglior allineamento degli elementi unitari, ma è comunque debitamente compensata da una maggiore omogeneità del pannello, in quanto la capacità di ciascun singolo elemento di variare di dimensioni, generare tensioni o opporsi ad esse risulta ridotta proporzionalmente al grado di suddivisione.

A seconda poi delle modalità e criteri di ricomposizione, si possono realizzare prodotti omogenei, formati cioè da elementi unitari dello stesso tipo (come, ad esempio, un pannello di legno massiccio), o prodotti eterogenei, che presentano due o più elementi diversi (come un pannello listellare).

Le possibili alternative riguardano anche le modalità di ricomposizione adottate. Nel caso del compensato, infatti, gli sfogliati sono generalmente organizzati utilizzando quelli di qualità migliore per comporre le porzioni superficiali del pannello e quelli interessati dalla presenza di difetti ammissibili per gli strati interni. È parimenti previsto l'uso di sfogliati di specie legnose diverse che con le loro caratteristiche intrinseche contribuiscono ad influenzare le proprietà dei pannelli finiti (i cosiddetti «combi»), ampliando la diversificazione dei prodotti ottenibili. I pannelli di particelle possono invece prevedere un'organizzazione casuale delle stesse, una loro deposizione in allineamenti prestabiliti (tipica dell'OSB), o la stratificazione secondo una distribuzione simmetrica di elementi che presentano granulometria progressiva dalla superficie verso l'asse mediano dello spessore del pannello, destinando così le particelle più fini per le facce e le più grossolane per gli strati interni (come nel caso del truciolare).

Ulteriori opzioni si possono ottenere con una seconda operazione di pressatura che consente, ad esempio, di produrre «pannelli rivestiti», detti anche «placcati», le cui superfici sono composte da tranciati di specie pregiate (che mettono meglio in risalto alcune caratteristiche decorative del legno) incollati su di un supporto generalmente rappresentato da un compensato, un listellare, un pannello truciolare o di fibre, o realizzato con altre tipologie di compositi facendo uso di rivestimenti o inserti di vario tipo.

Analogamente, sono possibili varie combinazioni di miscele collanti (ad esempio, quelle ureiche idonee per uso in ambiente asciutto e melamminiche o fenoliche per uso in ambiente umido ed esterno) e l'aggiunta di sostanze accessorie che danno origine a prodotti più o meno elaborati e innovativi, lasciando aperte soluzioni tecniche in parte ancora da esplorare.

I compositi derivano invece dall'unione tramite incollaggio di pannelli a base di legno con materiali legnosi (un listellare con facce in mdf) o di diversa natura (plastici, metallici ecc.), allo scopo di incrementare alcune proprietà del manufatto ottenuto che non sarebbero soddisfatte dai singoli componenti (come ad esempio, la laccatura, il comportamento acustico e termico o l'impermeabilità al vapore). Si tratta generalmente di «*sandwich*» che vedono la presenza di uno o più strati di elastomeri, capaci di conferire al composito specifiche proprietà di fonoisolamento, o di materie plastiche – come il PVC, il poliuretano o il polistirene espanso – caratterizzate da elevate prestazioni termoisolanti, di acciaio o alluminio, per migliorare l'effetto di barriera vapore, o ancora di fibre di vetro per aumentarne le caratteristiche meccaniche.

Relativamente agli impieghi, l'ampia gamma di tipologie disponibili permette di soddisfare le esigenze più diverse, tanto che l'elenco delle attuali destinazioni risulterebbe difficilmente esaustivo.

I pannelli di legno massiccio, unitamente a buone caratteristiche decorative, evidenziano prestazioni meccaniche elevate lungo una direzione preferenziale. Nel compensato, la stratificazione eseguita incrociando la direzione della fibratura del legno degli strati adiacenti, rende più uniforme le proprietà meccaniche nel piano del pannello, elimina le spaccature e minimizza le sue variazioni dimensionali e relative deformazioni; molti compensati e listellari interessano circa lo stesso *target* garantendo, tuttavia, maggiore resistenza e leggerezza rispetto ad altre tipologie di pannelli. Truciolare e mdf risultano particolarmente adatti quando sono previsti requisiti funzionali (tipici, ad esempio, di un loro impiego come supporto per successivi rivestimenti decorativi) da conseguire ad un costo limitato.

Alle applicazioni strutturali sono generalmente riservati alcuni compensati (di conifere, faggio o betulla), LVL e OSB. In condizioni particolarmente gravose o estreme è possibile l'impiego di compensato «marino» o di altri pannelli realizzati con legno di specie caratterizzate da sufficiente durabilità naturale nonché da adesivi e stratificazione idonei. Nei casi in cui sia necessariamente richiesto un materiale incombustibile trovano infine impiego i pannelli di legno-cemento.

Una corretta valutazione dell'idoneità dei prodotti considerati nei confronti delle possibili applicazioni commerciali non può tuttavia prescindere da alcune importanti considerazioni.

I requisiti richiesti e le normative di riferimento per il settore dell'arredamento possono infatti risultare notevolmente diversi da quelli previsti in edilizia.

Nel primo caso, i criteri di scelta e di classificazione sono soprattutto di tipo funzionale ed assumono particolare importanza l'effetto decorativo e l'aspetto superficiale del prodotto, sia che esso venga utilizzato «a vista»,

sia che costituisca un semilavorato di supporto per un ulteriore rivestimento con un materiale od una finitura più pregiati.

Nell'ambito delle applicazioni in edilizia, soprattutto se strutturale, prevalgono, invece, criteri prestazionali, per cui risultano fondamentali le proprietà fisico-meccaniche che dovranno essere verificate mediante idonee prove in conformità a norme prestabilite, e le caratteristiche di durabilità del prodotto, la cui scelta dovrà avvenire mediante un'attenta valutazione della classe di rischio biologico e di servizio previste.

Per gli operatori del settore, è pertanto molto importante essere consapevoli che l'idoneità ad un determinato uso dipende da molti fattori e, in primo luogo, dalle condizioni ambientali di posa in opera del prodotto. In altri termini, non esiste un semilavorato che manifesti ottime caratteristiche nei confronti di tutte le possibili applicazioni, ma la sua scelta ed il modo migliore per utilizzarlo devono scaturire da un'accurata analisi delle esigenze che esso dovrà soddisfare.

IMPORTANZA DEL SETTORE ED EVOLUZIONI IN ATTO

La struttura del comparto produttivo è prevalentemente caratterizzata da imprese di piccole o medie dimensioni, anche se sono presenti chiari sintomi evolutivi. Infatti, le disponibilità finanziarie richieste per affrontare gli investimenti necessari a mantenere la competitività e ridurre i costi unitamente alla ricerca di economie di scala e di razionalizzazioni organizzative favoriscono la tendenza verso una maggior concentrazione e un'integrazione verticale finalizzata alla garanzia dell'approvvigionamento di materia prima e alla realizzazione e distribuzione diretta di prodotti a maggior valore aggiunto nonché alla fornitura di servizi di assistenza tecnica. In quest'ottica si sono costituiti alcuni grandi gruppi europei, che per lo più seguono una politica industriale caratterizzata da forme di gestione decentralizzata e autonoma da parte di consociate che operano nell'ambito dei rispettivi mercati nazionali (O' CARROL e HOGG, 1998).

In Italia, le suddette iniziative di concentrazione hanno fatto presa nel solo comparto dei pannelli di particelle e di fibre, mentre per il resto prevale ancora una mentalità imprenditoriale scarsamente propensa a collaborazioni e sinergie. L'implementazione dei sistemi volontari di certificazione della gestione dei processi aziendali, che si stanno diffondendo in maniera capillare, unitamente ad un maggior riferimento alla normativa tecnica, hanno contribuito alla crescita culturale dell'intero settore cui fa riscontro un'elevata affidabilità dei prodotti offerti.

La redditività dell'industria europea dei pannelli a base di legno ha

finora seguito uno sviluppo ciclico, fortemente influenzato dall'andamento del settore dell'edilizia (a cui è destinato circa il 50% del consumo dei pannelli), ma le trasformazioni in atto in ambito economico, nell'evoluzione dei mercati, nelle aspettative dei consumatori e negli interscambi commerciali, lasciano prevedere che i cambiamenti futuri saranno guidati da una ancor maggiore attenzione alle indicazioni fornite dalle recenti normative e Direttive e che la conformità ad esse costituirà un fattore chiave nel delineare nuove opportunità per i prodotti e le iniziative imprenditoriali.

Più del 70% in volume della produzione europea è rappresentato dal truciolare che, con l'mdf e alcune tipologie di compensato di latifoglie (tra cui quello di pioppo), trova un impiego prevalente nell'industria del mobile e dei componenti d'arredo, previo rivestimento con materiali decorativi di vario genere (tranciati, laminati plastici, carte melaminiche ecc.) e/o adeguati trattamenti di finitura.

I pannelli strutturali destinati all'edilizia, agli imballaggi pesanti e al settore dei trasporti (compensato di conifere, OSB, LVL ecc.) costituiscono una percentuale piuttosto limitata (seppur in rapida crescita), soprattutto per quanto riguarda l'area mediterranea e in confronto al loro preponderante impiego in tal senso tipico di molti Paesi nordici ed extraeuropei.

L'importanza del mercato dell'arredamento e la mentalità dei produttori interessati hanno inoltre influenzato le strategie di sviluppo dell'industria europea dell'OSB il quale, a differenza dell'omologo pannello nordamericano, che rappresenta essenzialmente una versione economica del compensato di conifere per impiego in edilizia, è stato qui adattato a soddisfare esigenze specifiche del comparto, con una maggior attenzione alla regolarità della superficie, l'adozione di varie tipologie di incollaggio, l'uso di specie legnose e accorgimenti del processo produttivo in grado di conferirgli un miglior aspetto qualitativo finale.

Per quanto riguarda le evoluzioni in corso, una non sempre adeguata pianificazione degli impianti, la distribuzione ormai globale e fenomeni di eccessiva produzione che determinano spesso un'elevata concorrenza sui prezzi di vendita, stanno guidando la ricerca di soluzioni innovative e di impieghi non tradizionali che permetteranno anche a pannelli ormai considerati maturi, come il compensato e il truciolare, di trovare nuovi sbocchi di mercato in settori non solo di nicchia. Un chiaro esempio in tal senso deriva dalle rigorose sperimentazioni di laboratorio e dalle molteplici iniziative di *marketing* mirate alla promozione di alcuni pannelli nel settore dell'ingegneria civile (ad esempio, per la realizzazione di casseforme) e dei pavimenti.

In questo contesto, si assiste sempre più al passaggio da prodotti tradizionali, a quelli tecnicamente evoluti (ad esempio, resistenti all'umidità, «ignifughi» ecc..), ai compositi (ovvero, materiali industrializzati idonei alla

prefabbricazione), ai nuovi prodotti ingegnerizzati (realizzati con specie legnose «comuni» ma in grado di soddisfare elevati livelli prestazionali).

Relativamente all'UE, le tipologie che evidenziano le più interessanti prospettive future in termini di potenziale aumento e diversificazione produttiva sembrano essere l'mdf, l'OSB e i prodotti «tecnici» realizzati variando le materie prime utilizzate o intervenendo sul processo produttivo tramite particolari composizioni, incollaggi, trattamenti accessori, nobilitazioni o finiture. I primi tenderanno sempre più ad occupare quote di mercato precedentemente riservate ad altri pannelli o a semilavorati di legno massiccio, mentre i secondi, appositamente progettati per soddisfare specifici requisiti di tipo estetico, funzionale o prestazionale, stanno via via assumendo un ruolo di rilievo anche in settori e applicazioni che non fanno al momento registrare un impiego consolidato per i pannelli a base di legno.

A questo proposito, nel caso di alcuni prodotti a base di legno ingegnerizzati, la percentuale di massa legnosa effettivamente utilizzata e convertita in materiale strutturale supera il 75% del volume iniziale, rispetto ad un valore di circa 40% che si registra mediamente nella produzione di segati (MALONEY, 1996; SHARP, 1996).

Inoltre, poiché la domanda di fibre per la produzione di pannelli è in continuo aumento, si assiste anche in Europa, come si è già verificato in varie parti del globo, ad una significativa intensificazione della ricerca mirata al futuro impiego di fibre vegetali provenienti dal settore agricolo, sia sotto forma di impianti a breve rotazione, appositamente destinati alla produzione di biomassa, sia come sottoprodotto di altra attività principale.

Tale prospettiva si affianca ad un uso ormai intensivo di materiale legnoso di recupero o destinato al riciclaggio, che è favorito dall'adozione di recenti Direttive europee sui rifiuti e gli imballaggi e che consente di allungare il ciclo del carbonio con conseguenze positive sulla limitazione dell'effetto serra.

Si sta comunque ulteriormente incrementando un processo di sostituzione, soprattutto di tipo interno, che interessa il mercato precedentemente riservato ad altri semilavorati a base di legno e che dal crescente abbandono dei prodotti di legno massiccio prevede, ad esempio, l'avvicendamento di compensati e tranciati a favore rispettivamente di altri pannelli (mdf, OSB ecc..) e di rivestimenti sintetici (PETTENELLA, 2000). Tale processo è spesso agevolato dal minor costo unitario dei nuovi prodotti ma anche dalla loro capacità di soddisfare specifici requisiti d'impiego (come nel caso dei pavimenti prefiniti, che risultano compatibili con una posa rapida). In quest'ambito, le industrie italiane, anche perché stimolate dalla ridotta disponibilità di materia prima legno di produzione interna, costituiscono un modello innovativo di riferimento per l'intero scenario internazionale.

NORMATIVA TECNICA

La classificazione dei pannelli a base di legno può seguire criteri diversi (ad esempio, in funzione dell'aspetto superficiale, delle specie legnose e tipo di adesivo usati, del campo di applicazione, delle condizioni di impiego, della composizione, stratificazione o forma del pannello) che spesso rendono difficile un confronto diretto tra le diverse tipologie disponibili (figura 1 e tabella 2).

Solo di recente, con l'adozione della nuova normativa europea, stimolata dalla necessità di superare le barriere tecniche al libero scambio e di garantire il contestuale soddisfacimento di requisiti minimi di sicurezza previsti dalla nuova regolamentazione per i prodotti utilizzati in edilizia, si è giunti a definire metodologie di prova comuni e stabilire riferimenti prestazionali, superando il tradizionale e semplicistico approccio descrittivo che ha dominato a lungo la commercializzazione di tali manufatti.

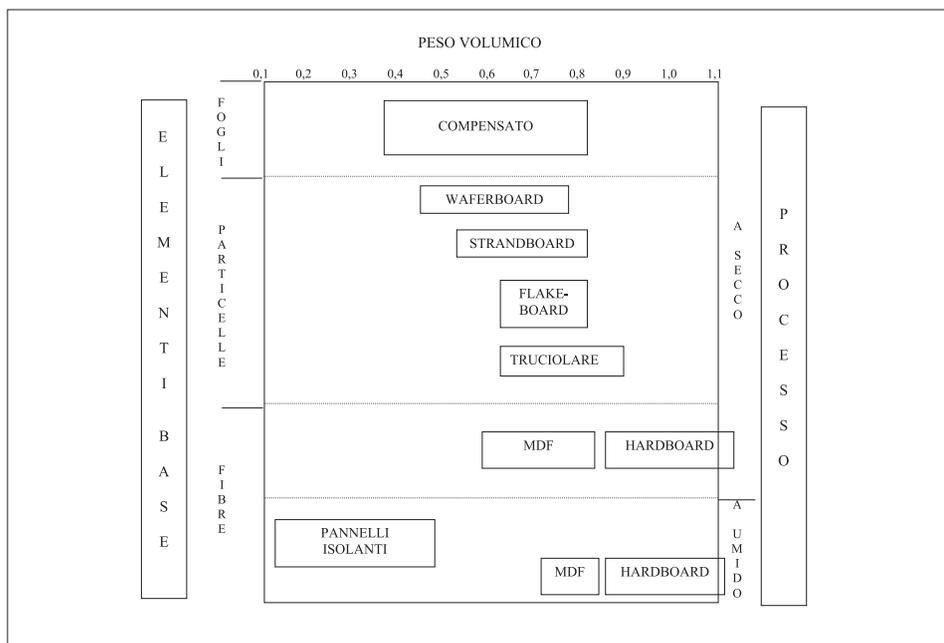


Figura 1 – Classificazione dei principali pannelli a base di legno in funzione della tipologia degli elementi unitari, del processo produttivo e del campo di variazione della loro densità finale. Non sono inclusi i paniforti e i pannelli di legno massiccio (SWP).

A differenza degli assortimenti di legno massiccio in cui, a parità di sollecitazione, la densità del legno è direttamente proporzionale alla resistenza meccanica, nel caso dei pannelli considerati, a causa dei diversi elementi base e processi produttivi coinvolti, ciò non si verifica e non è pertanto possibile avanzare ipotesi di confronto sulla base della suddetta caratteristica fisica. In funzione della percentuale di adesivo e del livello di pressatura usati, la densità dei pannelli a base di legno è inoltre generalmente più elevata di quella del legno massiccio di cui essi sono composti.

Tabella 2 – Confronto tra le principali caratteristiche fisico-meccaniche di pannelli a base di legno disponibili sul mercato nazionale. I dati riportati, tratti dalla letteratura di settore, si riferiscono a valori medi, determinati su provini di piccole dimensioni e privi di difetti, ricavati da pannelli della densità più frequente. Il prezzo fa riferimento a quotazioni medie di produttori europei per pannelli di spessore 18 mm ad incollaggio normale (per uso interno). Nr = non rilevabile.

Proprietà	Norma	Unità	Tipologia di pannello						
			compensato pioppo	okoumé	faggio	listellare	truciolare	mdf	osb
Massa volumica	EN 323	kg/m ³	350	500	750	400	700	750	600
Resistenza a flessione long.	EN 310	N/mm ²	31	36	75	29	18	30	39
Resistenza a flessione trasv.	EN 310	N/mm ²	24	33	50	19	nr	nr	22
Modulo di elasticità a flessione long.	EN 310	N/mm ²	3500	5000	7500	4150	2000	2500	5200
Modulo di elasticità a flessione trasv.	EN 310	N/mm ²	3000	3800	5500	3100	nr	nr	3300
Resistenza alla estrazione della vite	EN 320	daN	115	150	200	110	80	85	185
Durezza (Janka)	ISO 3350	daN	170	350	650	180	100	150	250
Prezzo		€/m ³	380	650	770	450	110	250	220

L'attività normativa nazionale inerente i pannelli a base di legno è gestita da un apposito Gruppo di Lavoro della «Commissione Legno» dell'UNI, tra i cui membri vi è assoPannelli, l'associazione di categoria a cui aderiscono le principali industrie del settore e che costituisce uno dei rami più importanti di Federlegno-Arredo riunendo in sé vari gruppi di produttori in rappresentanza delle diverse tipologie di pannello. A livello continentale, questi ultimi fanno a loro volta capo a Federazioni europee, tra cui la FEIC per l'industria del compensato, la FEROPA per quella dei pannelli di fibre e l'EPF, costituitasi all'inizio del 1999, che rappresenta i produttori di pannelli di particelle e di mdf e deriva dalla fusione delle precedenti federazioni autonome (FESYP e EMB) (ROSSETTI, 1998).

In sede europea, lo studio delle norme sui pannelli a base di legno è di competenza del CEN/TC 112 «Wood-based panels», che ha iniziato ad operare nel 1984 e la cui Segreteria è affidata al DIN.

La struttura di tale Comitato Tecnico è attualmente costituita da otto Gruppi di Lavoro (WG), incaricati di definire norme relative alle diverse tipologie di pannello o a problematiche comuni (tabella 3).

In presenza di problematiche di interesse trasversale, durante i lavori di stesura e redazione di alcuni documenti normativi, il CEN/TC 112 ha instaurato legami e rapporti di collaborazione con altri Comitati Tecnici.

Nell'ambito del CEN/TC 112, l'attività di studio e redazione delle

Tabella 3 – Struttura del CEN/TC 112 «Pannelli a base di legno».

Segreteria Centrale	(WG 1)	Pannelli di particelle
	WG 2	Pannelli di compensato (inclusi i paniforti listellari)
	(WG 3)	Pannelli di fibre
	WG 4	Metodi di prova comuni
	WG 5	Formaldeide
	WG 6	Pannelli di particelle legate con cemento
	WG 7	Semilavorati e prodotti finiti realizzati con pannelli a base di legno
	WG 8	OSB (<i>Oriented StrandBoards</i>)
	WG 9	Pannelli di legno massiccio
	(WG 10)	LVL (<i>Laminated Veneer Lumber</i>)
	WG 11	Pannelli di particelle e di fibre

Nell'ottobre 1998 **WG 1** e **WG 3** sono stati sciolti e il loro lavoro trasferito al WG 11 di neocostituzione; Nel maggio 2001 anche il **WG 10** è stato annullato e i lavori trasferiti nell'ambito del WG 2.

nuove norme si è inizialmente incentrata sugli aspetti terminologici.³ Questi, infatti, assumono grande importanza in quanto contribuiscono a stabilire un linguaggio comune a tutti gli operatori unificando le definizioni, i simboli, i codici e le interfacce. Le definizioni e i termini tecnici relativi ai pannelli a base di legno sono attualmente considerati dalle norme EN 300

³ I lavori richiesti per la stesura di una nuova norma europea possono durare anche alcuni anni. Le fasi preliminari consistono nella ricezione di un mandato del CEN (Comitato Europeo di Normazione) e nella redazione, da parte degli esperti nazionali facenti parte di un Gruppo di Lavoro (WG) afferente ad un Comitato Tecnico (TC), di un Progetto di norma (prEN) che inizialmente assume una numerazione interna al Comitato stesso (ad esempio, prEN TC 112.418.1). In questa fase, a volte, può essere presa come riferimento una norma nazionale esistente ma solitamente, onde evitare favoritismi, si preferisce impostare il progetto *ex-novo*.

Tale bozza di norma (*draft*) viene inizialmente discussa e modificata tramite un'inchiesta interna della durata di due mesi ed è poi inviata all'inchiesta pubblica (della durata di sei mesi) nella quale gli Enti di normazione di tutti i Paesi aderenti al CEN hanno modo di esprimere la propria opinione in merito. L'inchiesta pubblica si basa su un progetto di norma (*final draft*) redatto nelle tre lingue ufficiali del CEN (inglese, francese e tedesco). Il documento viene quindi ripreso in esame dal WG che, dopo averne valutato i commenti e apportato eventuali modifiche, lo ripropone come *final draft* per il voto formale (che deve essere espresso entro un periodo di due mesi). In questa fase i vari Paesi possono soltanto apportare commenti di tipo formale.

A meno di drastiche prese di posizione contrarie (per cui si richiede un minimo del 71% di voti favorevoli da parte degli aventi diritto), e dopo che un comitato editoriale ha verificato la conformità dei testi nelle tre lingue, il progetto viene quindi approvato e pubblicato come norma EN (soggetta a eventuale revisione dopo 5 anni dalla sua pubblicazione).

Entro sei mesi da tale traguardo la nuova norma viene adottata obbligatoriamente nei diversi corpus normativi nazionali tramite la procedura di «implementazione» che nel caso specifico consiste nella eventuale traduzione (su indicazione dei gruppi di lavoro, la norma può essere pubblicata anche solo in inglese), nella sua pubblicazione come norma italiana (UNI EN) e nel contestuale ritiro di eventuali vecchie norme in conflitto con essa.

In particolari casi di urgenza un progetto di norma può seguire la procedura UAP (*Unique Acceptance Procedure* – Procedura Unica di Accettazione, che combina l'inchiesta pubblica e il voto formale) della durata media di soli 6 mesi.

Oltre alle norme EN, il CEN può emanare: specifiche tecniche (CEN/TS) – nel cui ambito verranno incluse anche le attuali norme «sperimentali» o pre-norme (ENV)–, rapporti tecnici (CEN/TR), CEN *workshop agreement* (CWA), documenti informativi (CEN Guide). Per una più dettagliata analisi delle differenze tra i suddetti documenti è possibile consultare il sito web: <http://www.cenorm.be/boss/supmat/guidance/gd059.htm>

per l'OSB, EN 309 per il truciolare, EN 313 per il compensato, EN 316 per i pannelli di fibre, EN 633 per i pannelli di particelle legate con cemento e EN 12775 per i pannelli di legno massiccio.

L'attività del TC 112 è stata poi da subito orientata su criteri prestazionali e, attraverso apposite norme di supporto (relative ad esempio a metodi di prova comuni), ha consentito la redazione di una vera e propria normativa di prodotto che ha permesso di definire le specifiche e i requisiti per le possibili condizioni di impiego (intesi come caratteristiche in grado di soddisfare livelli minimi di affidabilità). Tale fase è stata sviluppata in maniera autonoma per i singoli pannelli, ovvero all'interno dei vari gruppi di lavoro, delineando una dicotomia tra applicazioni strutturali o non e, in secondo luogo, tra documenti cogenti o di applicazione volontaria.

Le specifiche di prodotto (*specification standards*) già adottate dal CEN dal luglio 1997 relativamente ai pannelli a base di legno sono le seguenti: EN 300 per l'OSB, la serie delle EN 312 per il truciolare, la serie delle EN 622 per i pannelli di fibre (incluso l'mdf), la serie delle EN 634 per i pannelli di particelle legate con cemento e la EN 636 per il compensato.

Il TC 112 ha peraltro dedicato particolare attenzione nei riguardi di importanti problematiche comuni ai vari pannelli a base di legno, come quella sulla potenziale emissione di formaldeide a seguito del loro uso in locali confinati e abitati. Questa sostanza infatti, considerata sospetta cancerogena ad elevati livelli di esposizione, costituisce un ingrediente delle più comuni miscele collanti necessarie ad ottenere un adeguato consolidamento reciproco degli elementi base utilizzati per la produzione dei pannelli. Per tale motivo, al fine di regolamentarne la presenza nel prodotto finale e valutare il rischio legato al suo possibile rilascio nell'ambiente circostante, è stato costituito un apposito Gruppo di Lavoro incaricato di definire i livelli di emissione della sostanza dal prodotto e di individuare corretti metodi di controllo.

Gli aspetti più innovativi introdotti dall'attività del CEN/TC112, rispetto all'impostazione riscontrabile nella maggioranza delle precedenti norme nazionali, consistono soprattutto nell'aver attribuito importanza alle modalità di impiego del prodotto (tenendo conto delle condizioni ambientali, delle classi di servizio e di rischio di attacco biologico, dell'impiego strutturale o meno), nell'adozione di metodi di prova e collaudo comuni a tutti i pannelli a base di legno (che apre la strada ad un confronto diretto delle loro proprietà) e nel prevedere chiare indicazioni prestazionali che se da una parte impongono nuovi metodi di prova, dall'altra consentono una miglior conoscenza delle caratteristiche e dell'affidabilità dei prodotti (ZANUTTINI e POMELLI, 1999).

A questo riguardo, particolarmente importanti per i pannelli destinati ad

impieghi strutturali sono state le innovazioni introdotte nel caso dei metodi di prova per la determinazione delle proprietà meccaniche, dove le dimensioni dei provini, le modalità di applicazione dei carichi e le regole per l'elaborazione dei risultati sono state mirate alla migliore simulazione possibile delle effettive condizioni di esercizio, al fine soprattutto di soddisfare l'esigenza di stabilire valori direttamente utilizzabili nella progettazione.

Tale approccio si è concretizzato nella definizione, per tutti i pannelli e i materiali da costruzione, di «valori caratteristici» delle loro principali proprietà (resistenze, moduli di elasticità e massa volumica) che generalmente rappresentano il 5° percentile inferiore della distribuzione dei risultati ottenuti in condizioni di prova *standard* e che, in altri termini, hanno una probabilità statistica di venire superati pari al 95%. Detti valori sono determinati su provini di medie dimensioni con sollecitazioni tali da conseguire la rottura entro 5 minuti per le proprietà di resistenza (espresse come 5° percentile) e in un intervallo compreso tra il 10 e 40% del carico di rottura per quanto riguarda le proprietà di rigidità (espresse sia in termini di 5° percentile che di valore medio). Le metodologie di prova e di derivazione dei risultati sono descritte e regolamentate dalle norme EN 789 e EN 1058.

Ciò consentirà di completare la redazione delle norme della serie EN 12369 «Valori caratteristici per la progettazione strutturale», le quali indicano i parametri necessari per l'uso dei pannelli a base di legno nella progettazione strutturale e di cui è attualmente disponibile la sola parte 1 relativa ai pannelli truciolari, OSB e di fibre. Per la parte 2 inerente ai pannelli di compensato e all'LVL è prevista una procedura abbreviata (UAP) all'inizio del 2003 mentre i lavori relativi alla parte 3 sui pannelli di legno massiccio sono stati posticipati di un paio d'anni.

L'introduzione dei valori caratteristici nella progettazione e verifica delle strutture di legno, unitamente ad un approccio di tipo semi-probabilistico, costituisce un fatto nuovo rispetto al precedente impiego di calcoli basati sulle tensioni ammissibili alle principali sollecitazioni meccaniche. Ciò avvantaggia i prodotti omogenei ed uniformi rispetto a quelli che, pur evidenziando valori medi di resistenza più elevati, risultano penalizzati da una maggior variabilità. A questo riguardo, grazie alla maggiore omogeneità prestazionale, un pannello a base di legno fa registrare un valore caratteristico più elevato del legno massiccio da cui deriva. Il risultato applicativo sarà che, in molti casi, i pannelli a base di legno potranno venire dimensionati in maniera vantaggiosa rispetto ai segati o ad altri materiali concorrenti (LAVISCI *et al.*, 1997).

Le indicazioni riportate nelle specifiche di prodotto non possono tuttavia essere utilizzate direttamente nella progettazione in quanto sono valori di soglia che hanno senso per la sola classificazione dei pannelli. Per rica-

vare, invece, i valori utili per la progettazione e la verifica strutturale, sono possibili due approcci.

Il primo prevede l'uso dei valori caratteristici unitamente a opportuni coefficienti di correzione (per tenere conto del materiale e degli effetti di durata del carico e dell'umidità) per le diverse classi di servizio considerate dall'Eurocodice 5 (ENV 1995-1-1. «Progettazione delle strutture di legno – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici»). Quest'ultimo, attualmente in revisione, è il manuale di base per la futura progettazione ed andrà utilizzato in connessione con il Documento di Applicazione Nazionale (NAD).⁴ Di esso si prevede la versione finale della parte 1.1 pubblicata come norma UNI EN, con tanto di Appendice Nazionale, per la fine del 2003.

Il secondo approccio fa riferimento ad apposite norme (*performance standards*) che indicano le prestazioni e alcune modalità tecniche per l'uso dei pannelli come componenti di determinate strutture (pavimenti, pareti e coperture).

Di recente è poi emersa l'esigenza di un maggior coordinamento, anche formale, tra i vari documenti emessi dal CEN evidenziando, soprattutto per le norme armonizzate, la loro funzione di supporto all'Eurocodice e, in riferimento a uno specifico Mandato (M 113), il loro ruolo strumentale nel riconoscimento della presunzione di conformità di un pannello ai requisiti della Direttiva 89/106/EC sui Prodotti da Costruzione (DPC), recepita in Italia con DPR n° 246 del 21.04.93.⁵

⁴ Il Documento di Applicazione Nazionale, che ha la funzione di «interfacciare» il codice europeo con la norma italiana, non è mai stato pubblicato in quanto, a differenza di altri contesti europei, non esiste nel nostro Paese una norma, promulgata dall'Autorità pubblica nazionale - nella fattispecie, il Ministero dei Lavori Pubblici - sulla progettazione delle strutture di legno (GIORDANO *et al.*, 1999). Per sanare tale anomalia, nel luglio 1999, presso il Ministero dei Lavori Pubblici, si è insediata la commissione incaricata della redazione delle Norme tecniche Italiane per la progettazione, esecuzione e collaudo delle COstruzioni di LEgno (N.I.CO.LE.).

Tale pacchetto, che seguirà la filosofia dell'Eurocodice 5 con riferimento al metodo di verifica agli stati limite, di esercizio ed ultimi, ma che, secondo il desiderio del Ministero, manterrà la possibilità di una verifica alle tensioni ammissibili, dovrà fissare anche criteri e regole per l'attestazione di conformità alla norma dei prodotti da costruzione lignei e indicare gli enti di controllo e certificazione accreditati. In altri termini, NICOLE apparirà un sotto-insieme dell' Eurocodice 5 che diventerà una specie di manuale di applicazione (CECCOTTI, 2001).

⁵ La CPD riguarda «qualsiasi materiale (prodotto) fabbricato al fine di essere permanentemente incorporato in opere di costruzione, le quali comprendono gli edifici e le opere d'ingegneria civile». In base a tale definizione, un prodotto da costruzione può avere o meno funzione strutturale. La Direttiva prevede che, per essere commercializzati nel territorio EU, tutti i prodotti da costruzione dovranno riportare la marcatura CE, la quale attesta che essi soddisfano i requisiti legali. Questi ultimi sono definiti nelle cosiddette «norme armonizzate» adottate dal CEN (o nelle linee guida per l'approvazione tecnica europea emanate dall'EOTA) a seguito di specifici «Mandati» emessi dalla Commissione Europea. Nel marzo 1997 la Commissione ha finalizzato il Mandato M 113 per i pannelli a base di legno che determina quali norme sviluppate dal CEN/TC 112 diventeranno obbligatorie per la CPD.

In relazione a ciò il CEN/TC 112 ha pubblicato la versione finale della norma europea armonizzata hEN 13986 «Pannelli a base di legno per uso nelle costruzioni – Caratteristiche, valutazione di conformità e marcatura», documento cardine per il soddisfacimento dei requisiti richiesti dalla legislazione vigente e che costituisce una sintesi molto utile a progettisti ed utenti. La relativa marcatura CE, prevista esclusivamente per l'impiego dei pannelli a base di legno nelle costruzioni, sarà possibile dall'aprile 2003 per diventare obbligatoria un anno dopo.

La suddetta Direttiva regola anche l'uso dei materiali per arredo interno, quali serramenti e scale, che rappresentano un ulteriore importante sbocco di mercato dei pannelli a base di legno. Sebbene essa non interessi il settore del mobile-arredo, ha comunque implicato la predisposizione di norme inerenti procedure di campionamento e controllo (ad esempio, la EN 326-2) che si rivelano di notevole importanza ai fini di una gestione aziendale finalizzata alla certificazione di sistema o di prodotto.

Per quanto riguarda, invece, alcune difficoltà emerse durante i lavori del CEN/TC 112, si segnala il fatto che, la volontà di non determinare eccessive suddivisioni, ha a volte causato dubbi e ritardi nel recepimento di compromessi accettabili tra i rappresentanti dei vari produttori europei. A questo proposito, anche solo l'uso di specie legnose e impieghi finali a volte molto diversi può infatti comportare esigenze contrastanti, con il rischio, nel tentativo di trovare un accordo condiviso, di dar vita a norme dai contenuti troppo generici o che non riflettono lo stato dell'arte raggiunto da un determinato prodotto o modalità di impiego.

Quanto sopra è soprattutto valido per le corrispondenti norme ISO, organismo di normazione che opera in ambito internazionale, il quale sta cercando di revisionare il programma di lavoro dell'omologo Comitato Tecnico ISO/TC 89 «Wood-based panels», in relazione ai lavori svolti in sede CEN, proponendo di adottare parte delle norme europee già pubblicate su metodi di prova e i requisiti delle varie tipologie di pannelli.

Grazie al prezioso lavoro del CEN/TC 112 è comunque disponibile un quadro normativo aperto, costituito da più di 70 norme EN trasparenti e rigorosamente valutate da esperti del settore, che potrà fungere da guida anche per pannelli a base di legno non ancora considerati.

CONCLUSIONI

I pannelli e compositi a base di legno sono realizzati industrialmente in una vasta gamma di tipologie in grado di soddisfare gli usi più ricorrenti e le diverse funzioni richieste da molteplici applicazioni nei settori dell'arredamento, dei trasporti e in edilizia.

Sebbene richiedano generalmente impianti sofisticati e costi di fabbricazione relativamente elevati (peraltro ricompensati da un'ampia serie di vantaggi), essi permettono di superare le limitazioni e gli inconvenienti insiti con l'uso del legno massiccio e, tramite un impiego particolarmente efficiente della materia prima, consentono anche a specie a rapido accrescimento e di densità limitata di soddisfare la domanda futura di materiali affidabili ed ecocompatibili.

Essi sono infatti caratterizzati, in misura a volte più accentuata che nel legno lamellare incollato, da un elevato rapporto resistenza/densità, proprietà meccaniche migliorate (anche per la maggior facilità di intervenire direttamente con trattamenti a carico di elementi unitari di spessore ridotto), uniformi (come risultato della ripartizione statisticamente distribuita dei difetti nell'ambito della ricomposizione), ben definite e facilmente prevedibili, ovvero da una serie di aspetti tecnici che costituiscono un requisito essenziale per la moderna progettazione e rappresentano un enorme potenziale ai fini di un loro crescente impiego.

Tali pannelli coniugano, inoltre, le peculiarità del legno in termini di rinnovabilità, leggerezza, lavorabilità, adeguato comportamento sismico ecc., con le caratteristiche di un materiale omogeneo, prestazionale, decorativo, realizzabile in molteplici dimensioni e forme con limitata dispersione energetica e buona riciclabilità.

La maggior parte delle loro caratteristiche tecnologiche risulta influenzata dalle dimensioni e disposizione reciproca degli elementi unitari di cui sono composti, dalla specie legnosa, dal tipo di adesivo e qualità dell'incollaggio, dalla massa volumica e umidità del prodotto finito, ovvero da fattori controllabili, e in parte modificabili, durante il processo produttivo.

Circa i futuri sviluppi del settore, sembra possibile prevedere che solo attraverso un approccio costruttivo, mirato a risolvere le numerose attuali problematiche che coinvolgono il comparto manifatturiero (dagli aspetti inerenti la sicurezza e salute degli addetti alla trasformazione, alla salubrità dei luoghi di lavoro, alla garanzia della qualità in tutte le sue possibili forme, alla trasparenza e difesa dei diritti del consumatore, all'analisi dell'intero ciclo di vita di un prodotto), e consapevole dell'emergente sensibilità dell'opinione pubblica nei confronti degli aspetti di tutela ambientale, si potranno verificare quegli elementi di competitività che rappresentano una solida base per ottenere risultati economici degni di una moderna industria e in linea con i requisiti richiesti dal mercato. Lo sviluppo di un nuovo prodotto è infatti ormai definito secondo un percorso a ritroso che parte dalle esigenze dei consumatori, secondo un'ottica per cui le caratteristiche del legno risultano adattate agli impieghi previsti e non viceversa ed in base alla quale, oltre alle componenti tecniche ed economiche, assumono crescente importanza le implicazioni ecologiche.

Le dimensioni planetarie ormai raggiunte dalla gestione di alcune tematiche di comune interesse e dagli scambi commerciali impongono, inoltre, di investire in innovazione tecnologica per conseguire ulteriori miglioramenti a carico dei processi e prodotti che ne derivano.

A questo riguardo, oltre ad un'espansione capillare dei sistemi di gestione dei processi produttivi, anche la normativa tecnica, sia essa di applicazione volontaria o meno, viene ormai affrontata in maniera integrata e armonizzata (cioè a livello sovranazionale) e contribuirà sempre più a fornire un riferimento operativo, assumendo il ruolo di strumento fondamentale per soddisfare esigenze legislative o aspettative di mercato e permettere agli operatori di conseguire con successo gli obiettivi prefissati. Come primo traguardo, e in linea con la volontà di facilitare il libero scambio dei prodotti e servizi mediante l'eliminazione degli ostacoli di natura tecnica, la definizione di norme terminologiche, metodologiche, sperimentali, linee guida, modelli di calcolo, livelli prestazionali minimi e codici di pratica rende ora possibile l'analisi comparata e quantitativa delle caratteristiche dei principali pannelli a base di legno presenti sul mercato, mentre una loro miglior conoscenza da parte dei progettisti dovrebbe consentirne un maggiore e ottimale impiego.

SUMMARY

The modern wood-based panels

The article describes the main types of wood-based panels traditionally used for building purposes, both structural or not, and for furniture applications, briefly analyzing their specific characteristics, importance and future trends. It also summarizes the framework concerning the standardization of these products at national, EN and ISO level, showing the criteria on which the new normative documents are based and underlining their role as technical support for a correct application of some legal requirements and for the entire economical activity within this sector.

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV., 1989 – *Guide des panneaux dérivés du bois*. Ed. CTBA, Parigi.
- ADELIZZI D., 1999 – *Manuale dei semilavorati*. Edito da Consorzio LEGNOLEGNO, Reggio Emilia: 318 pp.
- BARY-LENGER A., PIERSON J., PONCELET J., 1999 – *Transformation, utilisation et industries du bois en Europe*. Editions du Perron, Alleur-Liège, Belgio: 558 pp.
- CECCOTTI A., 2001 – *Progettare la sicurezza. La Norma Italiana per le COstruzioni in LEgno (NICOLE)*. Atti del convegno «Sicurezza e comfort nelle abitazioni con strutture di legno» Verona, 16 giugno 2001.

- COUTROT D., 1993 – *Les panneaux à base de bois*. Etude FAO Forêts n° 116, Roma: 52 pp.
- GIORDANO G., 1983 – *Tecnologia del legno. Volume 2°: Le lavorazioni industriali*. Editrice UTET, Torino: 792 pp.
- GIORDANO G., CECCOTTI A., UZIELLI L., 1999 – *Tecnica delle costruzioni in legno*. Biblioteca tecnica Hoepli, Milano, V edizione: 826 pp.
- GRIFFITHS D.R., 1995 – *Wood-based panels - Fibreboard, particleboard and OSB*. Timber engineering STEP 1, Ed. Centrum Hout NL, lecture A11: 12 pp.
- LAVISCI P., PESI I., ZANUTTINI R., 1997 – *Guida all'uso del compensato in conformità alla normativa UNI EN*. Edito a cura di Assopannelli/Federlegno-Arredo, Milano, aprile 1997: pp. 97.
- MALONEY T.M., 1996 – *The Family of Wood Composite Materials*. Forest Products Journal 46 (2): 19-26.
- MARRA A. A., 1992 – *Technology of wood bonding: principles in practice*. Van Nostrand Reinhold, New York: 454 pp.
- O' CARROL C., HOGG J.N., 1998 – *L'industria dei pannelli a base legnosa in Europa*. MondoLegno, luglio/agosto: 38-44.
- PETTENELLA D., 2000 – *Prospettive di mercato e iniziative di marketing nel settore legno in Italia e in Europa*. Atti del Convegno «Risorsa Legno e Territorio. Le prospettive del Terzo millennio», Cavalese (TN) 23 settembre 2000: 89-97.
- ROSSETTI L., 1998 – *Da Fesyp ed Emb nasce la Epf*. Il Legno, ottobre 1998: 6-11.
- SHARP D.J., 1996 – *Manufactured Structural Composite Lumber*. In «COST 508 Wood Mechanics». Atti della Conferenza internazionale di Stoccarda, 14-16 maggio 1996: 273-283.
- STECK G., 1995 – *Wood-based panels - Plywood*. Timber engineering STEP 1, Ed. Centrum Hout NL, lecture A10: 9 pp.
- ZANUTTINI R., 1996 – *Pannelli a base di legno: analisi funzionale con riferimenti alla normativa europea in corso di implementazione*. Atti del «14° Corso di formazione: Elementi di gestione aziendale per imprese del settore legno-arredo». Scuola di Amministrazione Aziendale dell'Università degli Studi di Torino, 7-12 ottobre 1996: 17 pp.
- ZANUTTINI R., MACCHIONI N., 1997 – *Prodotti a base di legno ingegnerizzati per impieghi strutturali*. Presenza Tecnica, giugno 1997. Ed. PEI Parma: 71-76.
- ZANUTTINI R., POMELLI F., 1999 – *I pannelli a base di legno e le norme di riferimento*. «Unificazione & Certificazione» XLIII (4) aprile 1999: 8 -11.