

Legno, materiale naturale per una moderna ingegneria

Lettura tenuta il 4 aprile 2011

Oggigiorno, dovunque volgiamo lo sguardo intorno a noi, l'attenzione è attratta da opere di ingegneria civile sempre più ardite e performanti.

La qualità del vivere che si richiede oggi a un moderno edificio è sempre più alta, la richiesta di prestazioni in caso di incendi o terremoti sempre più stringente.

Il legno, materiale naturale di origine biologica, che si trae dai tronchi degli alberi, ora come secoli fa, inteso come materiale da costruzione, quanta speranza può avere di competere con prodotti quali il calcestruzzo, l'acciaio, i fibrorinforzati, o altri materiali sempre più *high-tech*...?

Molta.

Le note che seguono mirano a rendere chi mi seguirà nel ragionamento consapevole che le costruzioni civili realizzate con il legno possono – devono – raggiungere gli stessi livelli di sicurezza strutturale raggiungibili dalle costruzioni realizzate con altri materiali.

La prima cosa di cui è necessario convincersi sin dall'inizio è che il legno, di per sé, ha proprietà di resistenza molto elevate, paragonabili a quelle dell'acciaio.

L'affermazione, buttata là così, può lasciare invero perplessi, ma basta dare un'occhiata alla figura 1 per rendersi conto che essa è giusta.

Per un corretto confronto, infatti, in termini di resistenza, fra il materiale legno e il materiale acciaio non si deve confrontare la resistenza a trazione, ad esempio, della barra di legno centrale con la barra di acciaio a sinistra, di ugual diametro (volume), ma con la barra di acciaio a destra, di ugual peso (fig. 1).

In questo secondo caso, la resistenza a trazione della barra di legno è uguale

* *Direttore dell'Istituto per la valorizzazione del legno e delle specie arboree del Consiglio nazionale delle Ricerche (IVALSA-CNR)*

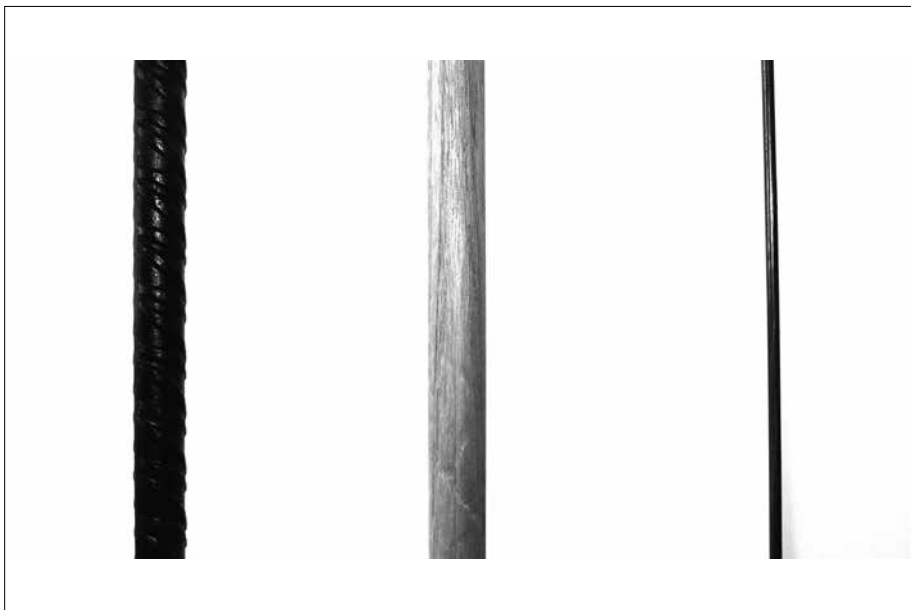


Fig. 1 *La barra di legno al centro possiede la stessa resistenza a trazione della barra di acciaio a destra, di uguale peso*

alla resistenza a trazione della barra di acciaio, di egual peso. Ciò significa, in definitiva, che una capriata di legno, a parità di carichi portati, ha lo stesso peso di una capriata di acciaio della stessa forma.

Quindi il materiale legno ha in sé, da subito, grandi potenzialità.

Poi, occorre dire che, con l'avanzare degli studi e delle ricerche che si sono fatti in tutto il mondo negli ultimi 40 anni – in Italia “pionerizzate” dal prof. Guglielmo Giordano ingegnere civile e forestale allo stesso tempo – si sono sempre più migliorati molti aspetti sia del legno massiccio che dei prodotti derivati dal legno, con particolare riguardo alla resistenza stessa, alla durabilità, alle possibilità di collegamento meccaniche o con adesivi fra elementi strutturali, per finire alle lavorazioni di precisione con macchine a controllo computerizzato.

In queste brevi note si esamineranno quei punti, che a parere dello scrivente, caratterizzano oggi le accresciute possibilità del legno come materiale da costruzione adatto alle esigenze del moderno vivere.

Lo scrivente non tratterà tuttavia importanti argomenti del tipo: usare il legno significa salvaguardare le foreste e non distruggerle; usare il legno significa contrastare il cambiamento climatico in quanto l'energia necessaria a produrre il legno è di gran lunga inferiore a quella necessaria a produrre una

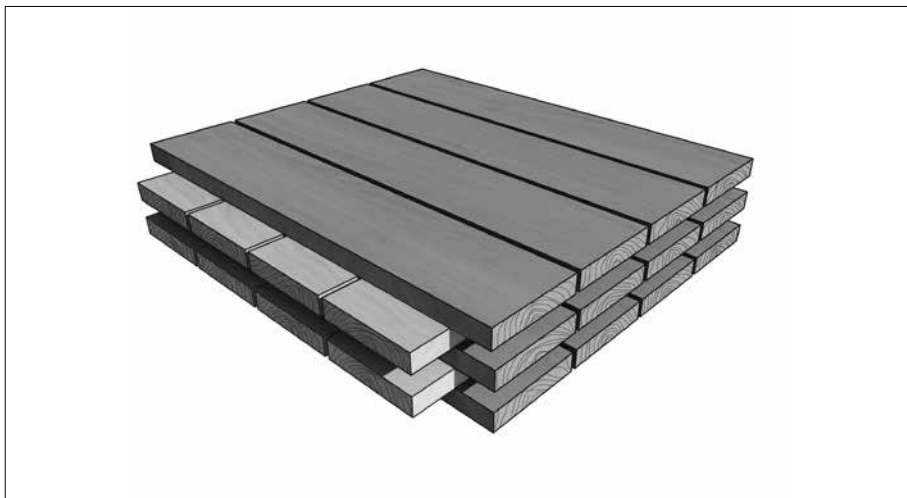


Fig. 2 *Rappresentazione schematica del concetto di compensato di tavole (cross-lam)*

quantità equivalente di altri materiali, e anziché produrre CO_2 , la si sequestra...

Argomenti che sono di grande impatto al giorno d'oggi per l'incrementata sensibilità verso il rispetto e la salvaguardia dell'ambiente, ma che altri sarebbero in grado, meglio e con più competenza dello scrivente, di trattare.

Mi limiterò quindi a segnalare solo i punti a connotazione prettamente ingegneristica e tralascerò di soffermarmi sul tremendo contributo degli adesivi, perché già da molti anni ormai alla base della rinascita del legno come materiale da costruzione.

1) *Approfondita conoscenza del materiale* legno massiccio e ottimizzazione del suo uso.

Con campagne di studio e prove in tutto il mondo, accoppiate all'introduzione e al perfezionamento di nuove macchine classificatrici, si è raggiunta una incrementata efficienza della classificazione del materiale secondo la resistenza. È evidente che la macchina di per sé non aumenta la resistenza di nessun legno, ma essa permette di distinguere con maggior efficienza i pezzi migliori da quelli peggiori e in ultimo di selezionare i pezzi di più alta resistenza in assoluto. Per fare un esempio: mentre fino a pochi anni fa si riusciva a produrre legno lamellare di qualità resistente GL24 e GL28 (la cifra indica il valore della resistenza a flessione in MPa), oggi si può produrre legno lamellare di qualità GL32 e GL36 e si sta andando verso anche GL48 e oltre.

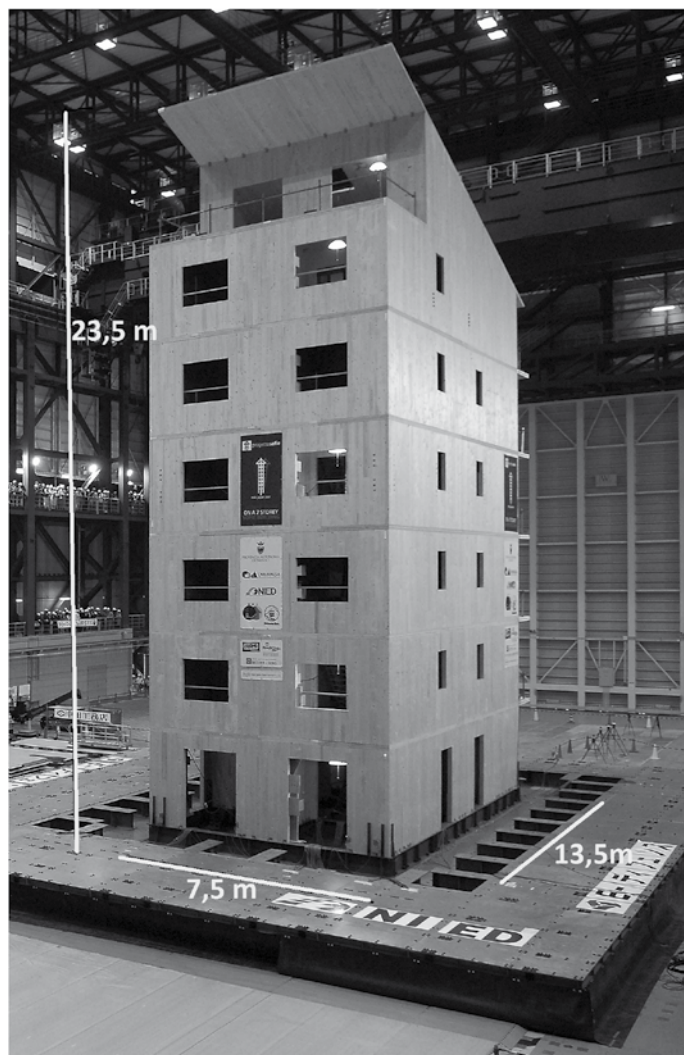


Fig. 3 L'edificio *SOFIE* di 7 piani dopo tutti i test sismici svolti presso il laboratorio *NIED* di Kobe, in Giappone

2) Creazione di *nuovi prodotti a base di legno*. Nel campo del legno lamellare, l'adozione di listelli a sezione quadra, anziché di tavole, permette una esaltazione dell'effetto di riduzione delle dimensioni dei difetti – entro i limiti delle dimensioni del listello – e una incrementata omogeneizzazione del prodotto, con conseguente innalzamento dei valori caratteristici del frattile inferiore delle resistenze usato nei calcoli di progetto. Nel contempo si

offre la possibilità di ottenere elementi a doppia curvatura che consentono di sviluppare forme di grande complessità spaziale e di grandi dimensioni. Sempre nel campo del legno incollato un grande progresso è stato fatto con l'introduzione del compensato di tavole (*cross-lam*, X-LAM). Anziché fogli di pochi millimetri di spessore come nel compensato tradizionale, nel X-LAM si usano tavole di legno giuntato a dita in lunghezza, dello spessore variabile dai 17 mm ai 45, accostate l'una l'altra, a incollate in maniera incrociata a strati successivi (fig. 2). Si ottengono così pannelli di dimensioni variabili dai 3 x 1,25 metri ai 3 x 20 metri, a seconda della ditta che li produce. I pannelli possono essere usati sia come solai che come pareti. La disposizione incrociata delle tavole permette di avere un legno "nuovo", che, nel piano, non è più incline allo spacco per cedimento della resistenza a trazione ortogonale alla fibratura perché il legno è auto armato dalle tavole stesse poste in direzione perpendicolare. Il *cross-lam* è adatto per la realizzazione di interi edifici a più piani (fig. 3). Superando così i limiti finora esistenti per gli edifici residenziali fino ai 4 piani del sistema *platform frame* nordamericano. L'edificio riportato in figura, nato dalla collaborazione tra CNR-IVALSA e Provincia Autonoma di Trento, nell'ambito del progetto SOFIE, ha resistito senza riportare danni apprezzabili a una serie successiva di terremoti di intensità devastante apporati uno dopo l'altro, restando in piedi senza nessuna deformazione residua. Ovvero costruire in legno significa poter disporre di edifici che anche dopo i terremoti più importanti restano agibili e fruibili dalle persone – prestazioni oggi richieste dalla normativa vigente solo agli edifici cosiddetti strategici (caserme, ospedali, postazioni operative della protezione civile...) – senza costi extra rispetto a un edificio tradizionale. E questo perché si è riusciti a coniugare la leggerezza del legno e la sua resistenza con una indeformabilità – ovvero capacità di non perdere la propria forma piano dopo piano – prima impensabile sulle grandi altezze.

3) Possibilità di gestire ogni elemento di legno strutturale tramite *macchine a controllo numerico*, sia al momento della progettazione in studio che del taglio e della lavorazione in stabilimento con utensili fino a sei gradi di libertà e con precisione al millimetro. In una moderna costruzione in legno tutti i pezzi arrivano in cantiere pretagliati, prelavorati e numerati, ognuno eventualmente diverso dall'altro, e assemblabili con la precisione di un meccano, senza più la necessità di aggiustamenti in opera con la classica motosega...

4) Possibilità di collegare elementi lignei attraverso *viti di nuova generazione*, auto foranti, antispatto e auto serranti. Tali viti possono raggiungere i 90

cm di lunghezza e oltre, sono dotate di alta capacità deformativa prima della rottura, e possono servire anche come rinforzo del legno in direzione ortogonale alla fibratura, nella tipologia a tutto filetto, sia per la trazione che per la compressione ortogonali. Le unioni che si ottengono sono resistenti e capaci di dissipare una grande quantità di energia, prerogativa molto importante in zona sismica dove l'edificio deve essere in grado di dissipare l'energia cinetica ricevuta dal movimento del terreno.

Per concludere: in una società che ha acquisito la piena consapevolezza di dover incidere in maniera responsabile sull'ambiente che ci circonda, il legno, materiale naturale e rinnovabile, concesso a costo "zero" dalla natura, grazie ai risultati della moderna ricerca e a dispetto di tanti pregiudizi del passato, trova un posto di primo piano, ora e per gli anni a venire, nell'industria delle costruzioni per una migliore qualità della vita di tutti noi. E chi lavora in campo agrario-forestale deve andarne giustamente orgoglioso.

A corollario di queste brevi note, aggiungerò per il lettore curioso alcune informazioni sull'edificio di 7 piani di figura 3:

- spessore pareti al piano terra e piano primo: 14,2 cm
- al secondo e terzo piano: 12,2 cm
- agli ultimi tre piani in alto: 8,5 cm
- volume del legno di abete rosso del Trentino usato, 250 metri cubi
- peso proprio del legno, 120 ton
- zavorra a ogni piano (per simulare altri pesi portati oltre al peso proprio del legno), 150 ton in totale
- tempo che ci vuole perché il bosco del Trentino accresca il proprio volume di 250 metri cubi: 2 ore
- semi di abete rosso della val di Fiemme necessari per ottenere il predetto volume in 70 anni: meno di 250
- ferramenta necessaria: tirafondi metallici, 800; angolari metallici, 2200; viti, 52000; chiodi, 32000.

RIASSUNTO

Il legno è materiale naturale di origine biologica. Nonostante ogni possibile dubbio circa le sue proprietà come materiale da costruzione (alta variabilità, bassa resistenza e scarsa durabilità, ecc.), il legno usato oggi nell'industria delle costruzioni è in effetti un materiale completamente nuovo capace di competere ad armi pari con materiali più tradizionali quali l'acciaio e il cemento armato. In questa lettura l'Autore spiega come tutto questo sia divenuto possibile oggi, segnando l'inizio di una nuova era per i materiali da costruzione eco-compatibili in tutto il mondo.

ABSTRACT

Wood, a building material for a new era. Wood is a natural material of biological origin. Despite any possible concern regarding its biological nature (high variability, low strength, low durability, ecc.) the wood used nowadays in construction industry is a complete new material with engineering performances capable to compete with more traditional materials like steel and reinforced concrete. In this lecture the Author explain why this new era for an environmental friendly construction material like wood has definitively started.