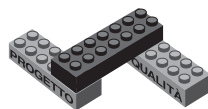


Copyright © Esselibri S.p.A.

A mia moglie

Copyright© Esselibri S.p.A.



Progetto Costruzione Qualità

Antonio
Cirillo

Legno

Calcoli strutturali

Strutture in legno con EC5 e N.T.C. 2008

II Edizione

sistemi editoriali **Se**

Professionisti, tecnici e imprese
Gruppo Editoriale **Esselibri - Simone**

Copyright © 2010 Esselibri S.p.A.
Via F. Russo, 33/D
80123 Napoli

Tutti i diritti riservati
È vietata la riproduzione anche parziale
e con qualsiasi mezzo senza l'autorizzazione
scritta dell'editore.

Per citazioni e illustrazioni di competenza altrui, riprodotte in questo libro, l'editore è a disposizione degli aventi diritto. L'editore provvederà, altresì, alle opportune correzioni nel caso di errori e/o omissioni a seguito della segnalazione degli interessati.

Prima edizione: ottobre 2009
Seconda edizione: ottobre 2010
E125 - Legno - Calcoli strutturali
ISBN 978-88-513-0665-6

Ristampe

8 7 6 5 4 3 2 1 2010 2011 2012 2013

Questo volume è stato stampato presso:
Grafica Sud s.r.l.
Via Nazionale delle Puglie Km 35.935 - Casalnuovo (NA)

sistemi editoriali



Professionisti, tecnici e imprese

Gruppo Editoriale Esselibri - Simone

www.sistemieditoriali.it

Coordinamento redazionale a cura di Carla Pusceddu

Disegni di Antonio Cirillo e Silvia Gallinari

Si ringrazia l'arch. Daniele Ragosta per la preziosa collaborazione.

Per conoscere le nostre novità editoriali consulta il sito internet: www.sistemieditoriali.it

Premessa

Il Legno, materiale da costruzione “tradizionale”, ha visto nel corso dei secoli limitare il suo utilizzo a favore di materiali più “resistenti” come il ferro e il cemento armato.

Oggi stiamo assistendo ad una rivalutazione di questo materiale “vivo”, grazie soprattutto alla diffusione della tecnologia del legno lamellare che consente di amplificare le caratteristiche di resistenza tipiche del legno, aumentandone, in questo modo, gli ambiti di utilizzo.

Segno di questo rinnovato interesse è anche la produzione di una normativa specifica come l’Eurocodice 5 e l’attenzione rivolta dalle nuove NTC08.

Questo è il contesto in cui si inserisce questo volume, giunto in breve alla seconda edizione che affronta, in maniera semplice, tutti gli aspetti legati al legno: dalla descrizione del materiale e delle sue caratteristiche (parte I e II) alle indicazioni per il calcolo strutturale (parte III), dall’analisi dei vari tipi di connessioni (parte IV) all’utilizzo del legno in zona sismica (parte V), allo studio del suo utilizzo nella realizzazione degli edifici (parte VI) e dei ponti (parte VII).

Lo sviluppo dell’opera è inoltre arricchito da circa 400 immagini e da una serie di esercizi svolti in Excel (disponibili nel CD-ROM) che ne favoriscono e ne supportano la comprensione.

L’obiettivo è quello di soddisfare le esigenze degli specialisti che utilizzano il legno come materiale strutturale, ma anche quello di dare uno strumento completo e di facile utilizzo a coloro che si avvicinano per la prima volta alla materia.

Avvertenza al lettore

Abbiamo scelto di numerare i paragrafi che si riferiscono specificamente al testo della normativa con il riferimento numerico adottato nella pubblicazione ufficiale. I richiami a figure o tabelle in essi contenuti si riferiscono alla numerazione progressiva adottata all'interno del libro; fra parentesi quadre riportiamo il riferimento originale della pubblicazione ufficiale.

Tutte le parti del libro che citano o commentano espressamente la normativa sono segnalate da un filo rosso laterale.

I riferimenti alle fonti bibliografiche e ai siti web sono citati nel testo in parentesi quadre e si riferiscono alla bibliografia finale. Ringrazio tutti coloro che direttamente o indirettamente hanno contribuito a fornirmi suggestioni e contenuti specifici durante la faticosa e ambiziosa stesura di questo libro, inclusa la grande community del web che sposa la “filosofia della condivisione dei contenuti” e la divulgazione degli stessi.

INTRODUZIONE

Il legno è un meraviglioso materiale fornito dalla natura. La parola “legno” nella Bibbia e in greco antico è sinonimo di “materiale”.

Insieme a terra, rocce e acqua la natura fornisce degli elementi, che l'uomo è in grado di sfruttare per realizzare materiali impiegati nell'edilizia.

Purtroppo solo una parte del tronco dell'albero è utilizzabile come elemento strutturale, in quanto le altre parti sono disomogenee, alterabili, poco resistenti, marcescibili per l'alto contenuto d'acqua.

Questa considerazione può sembrare banale ma vuole evidenziare quanto spreco accompagna l'abbattimento di un albero. Il fogliame, le radici, i rametti, la corteccia costituiscono un “rifiuto” dell'industria del legname.

Aumentare le parti dell'albero da utilizzare o da impiegare in usi collaterali, non propriamente strutturali, è una delle priorità in questo campo. In questa direzione vanno la sostituzione delle travi massicce con travi composte da lamelle incollate e i recenti pannelli di fibre piccole o macroscopiche che utilizzano piccole parti assemblate tra loro con collanti.

Il legno tra i vari elementi naturali è apprezzato poiché è caldo al contatto, flessibile, resistente.

Di contro il legno si deforma poiché è un materiale “vivo”, marcisce, si imbibisce e si altera nel tempo; il legno brucia facilmente.

Pregi

- *Leggerezza*: da circa 400 kg/m^3 a 1000 kg/m^3 rispetto ai 2400 kg/m^3 del calcestruzzo e ai 7700 kg/m^3 dell'acciaio.
- *L'abbondanza e la rinnovabilità naturale*: rappresentano due pregi che resisteranno se si adotteranno politiche adeguate di rimboschimento, con tagli selettivi e parziali, con ripiantagione di almeno quattro alberi per ogni albero abbattuto. Con una politica simile il Canada, la Germania, l'Austria e i paesi scandinavi hanno indotto una produzione importante di legname e nel contempo hanno fatto estendere e infittire i boschi esistenti. In Italia i boschi sono poco sfruttati. Uno sfruttamento razionale sarebbe auspicabile poiché fornirebbe materia prima, biomassa per il riscaldamento. Inoltre, darebbe lavoro a tante persone e nel contempo fornirebbe, con la pulizia del sottobosco, minor materiale in grado di bruciare velocemente.
- *Il fascino e il colore*: non si può non tener conto della bellezza di un elemento in legno, della sensazione di calore che emana, della stabilità della bellezza, che non scema velocemente nel tempo.
- *La rinnovabilità*: con un opportuno trattamento gli elementi in legno deteriorati possono ritrovare la loro bellezza.

- Il *costo energetico basso*: per produrre un elemento in legno è necessaria una bassissima quantità di energia per il taglio e per la lavorazione; per cui l'impiego di un tronco sul posto è in pratica a costo ambientale zero. Tuttavia, quando l'elemento deve subire un trasporto per un lungo tragitto, si impone un aggravio energetico indiretto, connesso all'energia impiegata. Si deve dunque incoraggiare il consumo prossimo alla produzione e minimizzare i costi ambientali di trasporto, che devono possibilmente utilizzare su fiumi e mare. Per comprendere meglio la ridotta quantità di energia impiegata nella lavorazione del legno, si osservi che il calcestruzzo deriva dalla cottura a temperature elevate di argilla calcarea, l'acciaio deriva dalla fusione in altiforni di rocce ricche di ferro.

Difetti

- *Legno materiale vivo e stagionatura*: il legno è un essere “vivente” che con il taglio muore. Dopo la morte lo scheletro perde la linfa, la struttura si essicca, si “contorce”, si contrae e il movimento continua per diversi anni.
Il legno dev'essere stagionato. La stagionatura anticamente avveniva con esposizione alle intemperie, in modo tale che il tronco completasse tutti i “contorcimenti” naturali. Dopo un lungo periodo, variabile tra 10 e 20 anni, il legno era “morto” e se sagomato teneva la forma.
Ma oggi tutto è cambiato: i tempi di stagionatura imposti dall'industria sono brevissimi. La stagionatura avviene in locali ad alta temperatura atti ad accelerare l'essiccazione. La cottura è variabile, con la parte esterna troppo essiccata e la parte interna ancora umida. Spesso il legname massiccio si deforma in opera, con variazioni di forma imprevedibili che portano a inestetiche deformazioni e a lesioni e cricche.
Tagliando in lamelle il tronco, la cottura delle lamelle avviene in modo uniforme e controllato; il successivo riassetto delle lamelle ben stagionate, anche se in tempi brevi, consente di ottenere un elemento stabile che non subisce ulteriori distorsioni dimensionali.
- *Tarli e microrganismi*: il legno viene attaccato da tarli, microrganismi, muffe, che sono responsabili di cavità al suo interno, concrezioni con perdita di resistenza. In generale l'attacco dei microrganismi e dei tarli portano a gravi conseguenze strutturali, con finale crollo, per rottura, dell'elemento.
- *Leggerezza*: il legno è un materiale leggero, e questo strutturalmente è apprezzato per le travi e gli orizzontamenti. Per le pareti degli edifici la leggerezza è un difetto per l'isolamento acustico della facciata, e per le pareti interne è un difetto acustico per la trasmissione di rumori aerei tra i vari ambienti. Le pareti in legno devono essere opportunamente spessorate o rinforzate per l'acustica con contropareti pesanti. La leggerezza della parete è controproducente anche per la bassa inerzia termica; il legno consente di accumulare poca energia termica, se confrontato con un muro in mattoni, per cui la parete tende ad accumulare poca energia. In sintesi, una casetta in legno con parete leggera si raffredda velocemente non appena il riscaldamento viene spento, con un disagio notevole per chi ci abita. Sotto questo punto di vista si auspicano costruzioni con muro pesante all'interno, in grado di accumulare energia e stabilizzare gli sbalzi di temperatura; nel contempo si dovrà porre in essere un'adeguata coibentazione verso l'esterno, adeguatamente traspirante.

Cenni storici

La trave in legno è stata la prima in grado di resistere a flessione ed è stata l'unica soluzione per un lungo lasso di tempo, fino all'introduzione dell'acciaio strutturale e del cemento armato.

Per un orizzontamento nell'antichità vi erano solo poche soluzioni: la trave in pietra (fino a 1 metro circa), l'arco in pietra o mattoni (la conquista etrusca e romana), la trave in legno, utilizzata per diverse coperture dall'antichità. Ma il legno marcisce, viene attaccato da insetti e tarli o si rovina per effetto di un incendio. Queste sono le ragioni per cui pochissime coperture in legno ci sono state tramandate dall'antichità.

Il legno è stato il materiale principe per realizzare solai in varie epoche; alle travi semplici, composte da un unico tronco, sono seguite travi accoppiate e, recentemente, travi lamellari, che hanno permesso di superare ampie luci. Per quanto concerne le coperture, già nell'antica Roma si costruivano grandi capriate simili a quelle Palladiane, che sono state poi riprese nel Rinascimento con risultati encomiabili.

I rifugi con elementi lignei flessibili, i ripari con tronchi caduti naturalmente, la costruzione delle palafitte, la costruzione di navi, ne sottolineano la notevole versatilità d'uso.

Nel 1800 la conquista dell'acciaio ha portato nel campo delle costruzioni una ventata di novità, con l'introduzione di un materiale che sembrava dover sostituire tutto; ma l'acciaio è freddo, subisce danni gravi durante un incendio, spesso non è gradevole esteticamente.

Nel 1900 il cemento armato sembrava aver definitivamente sostituito le strutture in legno; il materiale composito è simile alla pietra e resistente a flessione, fornisce un grande senso di sicurezza all'utente e ha dato grandi soddisfazioni strutturali. Il cemento armato è ancor oggi il materiale più idoneo per costruire un edificio come rapporto prezzo-prestazione.

Ma il legno ha continuato a essere utilizzato nei Paesi ricchi di boschi, grazie al basso costo. Negli Stati Uniti e nei paesi nordici, come Canada, Norvegia e Svezia, il legno viene utilizzato molto spesso per le costruzioni civili e per i capannoni.

Recentemente anche in Italia il legno è stato "riscoperto" come materiale strutturale.

Messo in secondo piano da una normativa lacunosa, che lo considerava quasi di serie "B", bistrattato spesso dai luoghi comuni secondo cui la casa in legno è una costruzione temporanea, le costruzioni in legno hanno stentato a decollare.

In Trentino Alto Adige il legno ha trovato un notevole impulso, grazie alla passione per il legno condivisa dai trentini con la vicina Austria. Proprio in Austria l'impiego del legno trova un ottimo connubio tra tecnica ed estetica.

I nuovi materiali e la considerazione "secondaria" che il legno riscuoteva nell'ambito scientifico e accademico hanno di fatto indotto un processo di abbandono nell'uso strutturale. Negli ultimi anni, però, si è assistito a una crescita di interesse per le costruzioni in legno e per questo materiale in genere.

L'introduzione sul mercato del legno lamellare ha permesso di superare le limitazioni dimensionali del legno massiccio connesse alle dimensioni del tronco e nel contempo ha trasformato la trave in legno massiccio, variabile punto per punto, in un elemento strutturale quasi "industriale" con qualità prestazionali affidabili e controllati.

• *Storia delle travi composte, fino al lamellare [17]*

Le travi composte nascono con il fine di superare i limiti dimensionali del tronco in direzione sia della lunghezza sia per le sezioni trasversali.

Da un solo tronco le luci libere massime sono di 20-30 metri e il tronco deve essere perfettamente rettilineo; la tipologia tipica dei fusti non consente inoltre di ottenere travi ad andamento irregolare o travi curve.

L'uso di elementi composti era già diffuso nell'antichità; con la tecnica dell'incastro si costruivano carene di navi, elementi di arredo già in epoca egizia e successivamente romana.

Probabilmente travi composte erano state già realizzate da romani e egizi; purtroppo le travi di legno sono spesso state distrutte da incendi o sono crollate poiché marcite. Sappiamo di sicuro che dal XIV secolo furono realizzate travi composte, giunte con andamento vario in senso longitudinale, con porzioni di tronchi; in figura si illustrano diverse soluzioni per le travi composte, ciascuna considerata come una "conquista" tecnologica dell'epoca in questione.

Risale probabilmente al XVI secolo, l'idea di utilizzare il legno mediante assemblaggio di varie parti per ottenere centine e archi. Un tentativo concreto fu fatto in Francia da Delorme, riunendo con chiodatura più tavole in strati sovrapposti, allo scopo di dare alla trave una forma arcuata. Le tavole mantenevano la loro planarità e la trasmissione dei carichi era affidata essenzialmente alla chiodatura. Un passo successivo fu compiuto da Emy nel 1823, che realizzò archi mediante chiodatura di tavole unite in pacchi collegati da bulloni passanti. In seguito, Migneron e poi Wiebeking, prevedero un arco con lamelle formate da travi curvate a freddo e tenute in pressione da staffe metalliche; a differenza del primo, nel sistema ideato da Wiebeking, il bloccaggio delle travi era assicurato da spinotti di legno che assorbivano le possibili tensioni di scorrimento. Nel 1905, con lo sviluppo dei collanti, Hetzer iniziò ad applicare la tecnica delle attuali strutture in legno lamellare incollato; è a lui che dunque si fa risalire l'invenzione del lamellare moderno. La conquista è connessa naturalmente al progresso tecnologico dei collanti.

L'incollaggio di pezzi non è dunque una conquista della nostra epoca, ma è negli anni '50 che prende piede l'uso industriale delle lamelle incollate, che consente al falegname di divenire un industriale del legno.

In Italia, l'introduzione del legno lamellare, come sistema costruttivo alternativo, è avvenuto in Alto Adige intorno al 1960; nel 1970 la ditta Holzbau impianta a Bressanone uno stabilimento per la produzione del legno lamellare.

L'interesse strutturale per il materiale legno si rinnova con l'avvento del legno lamellare, prodotto costituito da strisce di legno di spessore relativamente modesto, minore di 50 mm, rispetto alla sezione dell'intero elemento, incollati tra loro per formare una sezione composta.

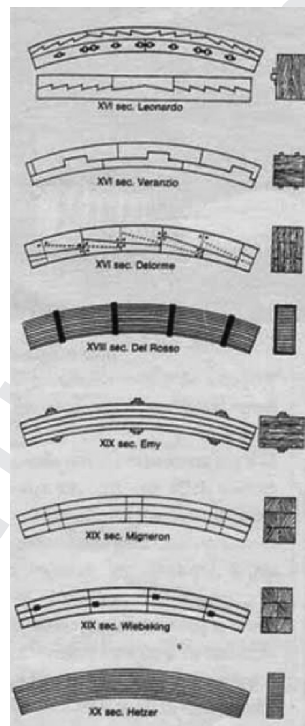
Tale nuova tecnica incentiva la creatività progettuale; non vi sono più le limitazioni dimensionali e di forma, la variabilità delle caratteristiche meccaniche, le difficoltà di ottenere una corretta stagionatura e i prodotti ottenuti possono avere un'estetica e una funzionalità molto interessanti.

Le lamelle sono ottenute con facilità, sono stagionate in tempi rapidi, hanno le fibre avviate nella direzione opportuna.

La sezione ottenuta ha un comportamento ottimale nel tempo. Le travi possono assumere le più svariate forme, la loro resistenza è alta e affidabile. La produzione è di tipo industriale, la qualità del prodotto è massima.

L'elemento si presta molto bene come trave, soprattutto con schemi isostatici; è ottimale per coperture, anche di grande luce.

L'avvento del legno lamellare ha consentito di ottenere elementi di notevoli dimensioni, con sezione variabile, di realizzare elementi con asse non rettilineo, di scartare le parti con nodi e di controllare facilmente la stagionatura di ogni lamella.



Gli Eurocodici

La norma europea di riferimento è stata pubblicata dall'Ente UNI in forma di norma europea EN 1995-1-1 pubblicata in Italia nel febbraio 2005.

L'Italia, allo stato attuale, non ha ancora recepito la norma europea e le costruzioni in legno continuano a essere progettate riferendosi a norme straniere “di ripiego” e in particolare alle norme tedesche DIN.

Le costruzioni in legno sono considerate in Italia come strutture di serie “B”, a causa della concezione corrente del livello qualitativo medio di una costruzione in legno, e del degrado che interessa il materiale impiegato.

I Paesi del nord Europa hanno una visione più positiva sull'impiego delle strutture in legno, anche grazie alla maggiore disponibilità di legname pregiato e alle caratteristiche termo isolanti del legname in climi molto freddi.

Della norma europea è in corso la stesura definitiva, alla quale si rimanda.

Si sottolinea che la presente trattazione costituisce una sintesi grossolana dell'Eurocodice sperimentale per gli edifici, al quale si rimanda per un completo studio dell'argomento, versione disponibile presso l'Ente UNI.

La stesura dell'Eurocodice è pubblicata dall'ente UNI e costituisce un testo indispensabile per la progettazione a livello europeo.

Si fa presente che le norme sperimentali sono state pubblicizzate molto poco e che poche osservazioni sono state prodotte dall'Italia.

Allo stato attuale l'Italia non ha adottato norme specifiche definitive per il legno.

Le Norme Tecniche sulle Costruzioni (NTC) del settembre 2005 e il capitolo dell'ordinanza sismica 3274 (nel seguito ordinanza) e successivi aggiornamenti forniscono una buona base di partenza.

La situazione attuale delle norme europee avviene con le norme EN 1995-1-1 al 2005, l'anno di pubblicazione del quale non interessava le strutture in legno. In tale caso esse non erano previste.

In tutte le strutture di legno devono essere adottate con la nuova normativa EN 1995-1-1 al 2005.

Tenuta presente che per la progettazione delle strutture in legno si è intervenuto con le norme EN 1995-1-1 al 2005, l'anno di pubblicazione del quale non interessava le strutture in legno. In tale caso esse non erano previste.

La normativa italiana ha cercato di fornire documenti attuativi più sintetici rispetto agli Eurocodici citati; le NTC e l'ordinanza contengono delle sintesi “personalizzate” rispettivamente di EC5 ed EC8.

Si sottolinea che le costruzioni in legno consentono di realizzare costruzioni relativamente leggere e dotate di una buona duttilità connessa al comportamento del legno. Tali prerogative consentirebbero, con le opportune cautele, di ottenere delle costruzioni in grado di resistere a sismi molto intensi.

È auspicabile che le costruzioni in legno siano normate in modo definitivo al più presto per consentire che si realizzino costruzioni lignee in linea con principi ben definiti e non edificate con regole generiche della teoria dell'elasticità trasferite dalle verifiche di resistenza di altri tipi di costruzioni.

La costruzione in legno, leggera, presenta di contro carenze nei confronti dell'inerzia termica, poiché non consente un idoneo accumulo di calore delle pareti e lo sfasamento termico è troppo breve.

La trattazione del volume viene svolta riportando l'esposizione in una forma “classica” più congeniale, a mio avviso, per la forma mentis del tecnico italiano.

Rispetto all'Eurocodice mancano tantissime formule e regole, per cui il presente testo deve essere inteso come una sintetica introduzione all'Eurocodice, redatta in forma semplificata e rivolta a un pubblico non esperto.

Si perdonino l'uso di note elementari e definizioni troppo semplificate, che hanno il fine di spiegare meglio i meccanismi e i significati delle formule introdotte in forma spesso troppo concisa dall'EC5.

Nel seguito si citano i paragrafi con il numero dell'EC5 per permettere al lettore di effettuare agevolmente un controllo con il testo originale.

Per la progettazione di strutture di legno si fa riferimento all'Eurocodice 5, versione sperimentale 1995-1-1 (per gli edifici); nel seguito si indica l'Eurocodice in oggetto con EC5.

Cartellare a tela va messa nella cartella le norme riportate in quanto è il solo modo di avere la norma ancora sperimentale

I materiali impiegati sono: legno massiccio, segato, squadrato oppure tondo, legno lamellare incollato, con elementi assemblati con adesivi oppure con mezzi di unione meccanici.

L'Eurocodice 5 prende in esame soltanto i requisiti di resistenza meccanica, comportamento in esercizio e durabilità delle strutture.

Altri requisiti, concernenti per esempio l'isolamento termico e acustico, non sono presi in considerazione.

L'esecuzione viene trattata nella misura atta a garantire che la qualità dei materiali da costruzione e dei prodotti da impiegare e il livello della lavorazione in cantiere siano conformi alle ipotesi assunte dalle regole di progettazione. L'esecuzione e la lavorazione sono trattate nel punto 7 i cui contenuti devono considerarsi come requisiti minimi. Ulteriori requisiti potranno essere formulati per particolari tipi di edifici e particolari procedimenti eseguiti.

Struttura dell'Eurocodice 5 UNI EN1995.1.1 [3]

L'edizione dell'Eurocodice 5, in versione EN (norma europea definitiva) sulla progettazione delle strutture in legno, è stata recentemente emanata da parte del CEN (Comitato Europeo di Normazione). L'Eurocodice 5 fornisce il riferimento principale al settore, principi e regole, raccomandazioni per classi, con valori personalizzabili a livello nazionale. Essendo di competenza delle autorità competenti, il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici in fase di recepimento mette a punto un'appendice nazionale (NAD) contenente i parametri variabili a livello nazionale da impiegare nel progetto degli edifici e delle opere di ingegneria civile da realizzarsi in Italia. L'appendice nazionale sperimentale è stata tratta dal sito www.coordinatore.it di cui è responsabile il Prof. Sanpaolesi dell'Università di Pisa e disponibile nel CD allegato al volume Norme tecniche edito dalla S.E.

Scopo e campo di applicazione della EN 1995-1-1

EN 1995-1-1 fornisce regole di progettazione generali per le strutture di legno, assieme a regole specifiche di progettazione per gli edifici.

Nella EN 1995-1-1 vengono trattati i seguenti argomenti:

- Sezione 1: Generalità
- Sezione 2: Criteri generali di progettazione
- Sezione 3: Proprietà dei materiali
- Sezione 4: Durabilità
- Sezione 5: Fondamenti di analisi strutturale
- Sezione 6: Stati Limite Ultimi
- Sezione 7: Stati Limite di Esercizio

Sezione 8: Connessioni con mezzi di unione metallici

Sezione 9: Componenti e aggregati

Sezione 10: Dettagli strutturali e controlli.

La norma non tratta la progettazione di strutture soggette a prolungata esposizione a temperature maggiori di 60°C.

L' Eurocodice 5.1, nel seguito EC5, riguarda la "Progettazione di strutture di legno".

Esso si compone di tre parti:

- 1.1: Regole generali e regole per gli edifici in legno;
- 1.2: Regole generali – Progettazione strutturale contro l'incendio;
- 2: Ponti in legno.

La parte 1-1 (EN 1995-1-1) stabilisce le regole comuni per la progettazione strutturale di edifici ed opere di ingegneria civile realizzate con il legno, utilizzato in varie forme (massiccio, segato, tondo, lamellare incollato), o anche con prodotti strutturali a base di legno. La norma è suddivisa in 10 sezioni, nelle quali, oltre a riprendere, e calare nel contesto specifico, i criteri generali di progettazione strutturale secondo la EN 1990 (citato impropriamente come Eurocodice 0), vengono trattati aspetti inerenti le proprietà dei materiali, la durabilità, gli Stati Limite Ultimi e di Esercizio, i collegamenti mediante connettori metallici, nonché alcuni particolari dettagli strutturali.

La EN 1995-1-1 non si applica alla progettazione di strutture di legno soggette a una prolungata esposizione a temperature maggiori di 60 °C. Per la progettazione antincendio si applica infatti la parte 1-2 (EN 1995-1-2), specifica per le strutture soggette a situazioni eccezionali di esposizione al fuoco.

In particolare, si applica a strutture di edifici dove, per ragioni di sicurezza generale nei confronti del rischio d'incendio, viene ad essi richiesto di soddisfare le seguenti condizioni:

- evitare un collasso prematuro della struttura (cedimento sotto carico);
- limitare la propagazione dell'incendio (fiamme, gas caldi, calore eccessivo) al di là dell'area prestabilita (funzione di compartimentazione).

L'ultima parte, la parte 2 (EN 1995-2), complementare alle altre due parti, fornisce invece i criteri per la progettazione delle parti strutturali principali dei ponti, cioè degli elementi strutturali importanti per l'affidabilità dell'intero ponte oppure di importanti parti di esso, realizzati con legno e con altri materiali a base di legno, sia singolarmente sia composti con calcestruzzo, acciaio o altri materiali.

L'Eurocodice 5 parte 1.1 si compone dei seguenti capitoli:

Premessa	Inquadramento generale degli Eurocodici
Introduzione	Contesto di applicazione, definizioni terminologia, simbologia ecc.
Principi di progettazione	Requisiti, definizioni, classificazioni e durabilità
Proprietà dei materiali	Caratteristiche fisico-meccaniche e capacità di risposta alle sollecitazioni
Stati limite di esercizio:	Valori massimi ammissibili in condizioni di esercizio
Stati limite ultimi	Valori di punta delle sollecitazioni
Unioni	Modalità di realizzazione delle unioni e valori delle sollecitazioni ammissibili
Disposizioni costruttive e di controllo dell'esecuzione	Criteri per la realizzazione delle strutture e modalità di controllo

Le Appendici riguardano:

- A Determinazione dei valori caratteristici di quinto percentile dai risultati di prova e criteri di accettazione per un campione
- B Travi assemblate meccanicamente
- C Aste compresse composte
- D La progettazione di travature reticolari con unioni realizzate mediante piastre a chiodi di lamiera metallica punzonata

La parte 1.2, “Regole Generali – Progettazione strutturale contro l’incendio”, detta disposizioni per la progettazione di opere e strutture in situazioni eccezionali di esposizione al fuoco e la sua applicazione non può prescindere dalla parte 1.1.

Oltre alle parti in comune e generali, la norma contiene:

Principi fondamentali	Criteri e valori di calcolo dei materiali in presenza di incendio
Materiali	Caratteristiche fisico-meccaniche e risposta alle sollecitazioni in presenza di incendio
Progetto delle strutture contro l’incendio	Criteri di calcolo

Allegati:

- A Metodo di resistenza e della rigidezza ridotte per l’esposizione all’incendio normalizzato
- B Regole supplementari per le unioni
- C Pareti e solai
- D Esposizione all’incendio parametrico
- E Proprietà termiche

Numerosi sono i richiami ad altre norme per evitare inutili duplicazioni (ISO, EN, progetti di norme).

Situazione confusa attuale ma fissata dalle NTC08

Le NTC 2008 hanno recepito, a tutti gli effetti, le norme europee sul legno. Le norme straniere non sono più ammesse.

L’Eurocodice 5 è il corpus legislativo che il nostro Paese attende da sempre.

In Italia le norme applicabili fanno riferimento alle Norme Tecniche sulle costruzioni del settembre 2005, alle NTC 2008 e, per quanto non previsto da queste ultime, al capitolo dell’ordinanza sismica 3274 e successivi aggiornamenti.

Le norme sono tuttavia ancora in itinere e talvolta sono in contrasto con i dettami di EC5; per quanto non previsto dalle norme attuali è forse ancora possibile fare riferimento ad altre normative; attualmente in Europa sono presenti specifiche norme nazionali, tra cui citiamo quelle più note:

DIN 1052 – Germania

Si tratta di una norma generale di calcolo estremamente valida e completa, se si pensa che la prima edizione vide la luce nel 1933, mentre l’ultimo aggiornamento risale al 1996. La norma si è già in parte allineata sulle disposizioni dell’EC5

REGLES C.B. 71 – Francia	Elaborate nel 1981 dal Centre technique du bois
SIA 164 – Svizzera	Construction en bois (Zurigo, 1981)
BSI 5268/1988 – Inghilterra	Structural use of timber; code of practice for permissible stress design, materials and workmanship (Londra, 1988)
ÖNORM – Austria	B 4100, parte 1 (Costruzioni in legno – simboli), parte 2 (Strutture portanti in legno) e B 4101 (Costruzioni in legno, strutture portanti nell’edilizia)

Con la specifica normativa italiana di cui al DM 14 gennaio 2008 e con la stesura definitiva delle norme EN, le ditte produttrici italiane devono fare riferimento alle UNI EN, e non possono più riferirsi alle tedesche DIN 1052 che più volte il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ha dichiarato ammissibile essendo normativa europea di comprovata affidabilità, valide solo per la vacatio legis italiana.

L’Eurocodice 5, è a tutt’oggi la norma definitiva sulle costruzioni in legno.

Tuttavia si cita il passato recente, ancora forse applicabile in parallelo alle NTC2008, che coesistono con il DM del 1996.

Le principali ditte italiane produttrici di legno lamellare sono in possesso del certificato di incollaggio “Tipo A” rilasciato dall’Istituto “Otto-Graf” dell’Università di Stoccarda, che abilita l’unità produttiva a realizzare strutture portanti in legno lamellare incollato riconoscendo il livello tecnologico degli impianti e la competenza del personale addetto. Periodicamente ispettori tedeschi effettuano ispezioni e controlli.

Con l’introduzione dell’Eurocodice 5, il progettista strutturale deve avere a disposizione del legno lamellare classificato in base ad un sistema di classi di resistenza, conformi a specifiche disposizioni EN.

La classificazione non può avvenire più solamente a “vista” da parte di personale qualificato, ma deve essere basato sulle risultanze di prove non distruttive. Mediante l’ausilio di appositi macchinari, e seguendo particolari procedure, si determinano il modulo di elasticità, il peso specifico e le caratteristiche di resistenza strutturale dei vari componenti.

Riferimenti normativi

NTC 2008 e EC5 fanno riferimento a disposizioni contenute in altre pubblicazioni o ad altre normative. Numerosi sono i riferimenti normativi necessari per completare il quadro delle informazioni necessarie per effettuare il progetto di una struttura in legno.

Tali riferimenti normativi sono citati nei punti appropriati del testo e vengono di seguito elencati, seppure in modo non esaustivo. Per quanto riguarda i riferimenti datati, successive modifiche o revisioni apportate a dette pubblicazioni valgono unicamente se introdotte nella presente norma per mezzo di aggiornamento o revisione.

L’elenco riportato è quello fornito dall’Eurocodice 5 e, al quale si rimanda per ottenere l’elenco ufficiale.

• Norme ISO

ISO 1000	Unità S.I. e raccomandazioni per l’uso dei loro multipli e di alcune altre unità
ISO 2081	Rivestimenti metallici – Depositi elettrolitici di zinco su ferro ed acciaio
ISO 2631-2	Valutazione dell’esposizione degli individui alle vibrazioni – Vibrazioni continue e vibrazioni indotte da urti negli edifici (da 1 a 80 Hz)
ISO 8930	Principi generali di affidabilità delle costruzioni – Elenco dei termini equivalenti

• Norme europee

- EN 301 Adesivi fenolici ed amminoplastici per strutture portanti in legno – Classificazione e requisiti prestazionali
- EN 335-1 Durabilità del legno e dei prodotti a base di legno – Definizione delle classi di rischio di attacco biologico – Generalità
- EN 335-2 Durabilità del legno e dei prodotti a base di legno – Definizione delle classi di rischio di attacco biologico – Applicazione al legno massiccio
- EN 350-2 Durabilità del legno e dei prodotti a base di legno – Durabilità naturale del legno massiccio – Guida alla durabilità naturale e trattabilità di specie legnose scelte di importanza in Europa
- EN 383 Strutture di legno. Metodi di prova – Determinazione della resistenza al rifollamento e dei moduli locali di rigidità per elementi di collegamento di forma cilindrica
- EN 409 Strutture di legno. Metodi di prova – Determinazione del momento di snervamento degli elementi meccanici di collegamento di forma cilindrica – Chiodi
- IEN 10147 Piastre e bande di acciaio da costruzione galvanizzate a caldo in continuo – Condizioni tecniche di consegna
- IEN 26891 Strutture di legno – Assemblaggi realizzati tramite elementi meccanici di collegamento – Principi generali per la determinazione delle caratteristiche di resistenza e deformabilità
- EN 28970 Strutture di legno – Prova degli assemblaggi realizzati tramite elementi meccanici di collegamento – Prescrizioni relative alla massa volumica del legno

• Progetti di norme europee

- prEN 300 Pannelli di particelle di legno – Pannelli di particelle orientate (OSB)
- prEN 312-4 Pannelli di particelle di legno – Specifiche – Requisiti per pannelli per uso strutturale in ambiente asciutto
- prEN 312-5 Pannelli di particelle di legno – Specifiche – Requisiti per pannelli per uso strutturale in ambiente umido
- prEN 312-6 Pannelli di particelle di legno – Specifiche – Requisiti per pannelli per uso strutturale gravoso in ambiente asciutto
- prEN 312-7 Pannelli di particelle di legno – Specifiche – Requisiti per pannelli per uso strutturale gravoso in ambiente umido
- prEN 335-3 Durabilità del legno e dei prodotti a base di legno – Definizione delle classi di rischio di attacco biologico – Applicazione ai pannelli a base di legno
- prEN 336 Legno strutturale – Conifere e pioppo – Dimensioni, scostamenti ammissibili;
- prEN 338 Legno strutturale – Classi di resistenza
- prEN 351-1 Durabilità del legno e dei prodotti a base di legno – Legno massiccio trattato con preservante – Classificazione di penetrazione e assorbimento di un preservante
- prEN 384 Legno strutturale – Determinazione dei valori caratteristici delle proprietà meccaniche e della massa volumica
- prEN 385 Legno strutturale con giunti a dita – Requisiti prestazionali e requisiti minimi di produzione
- prEN 386 Legno lamellare incollato – Requisiti prestazionali e requisiti minimi di produzione
- prEN 387 Legno lamellare incollato – Giunti a dita di grandi dimensioni – Requisiti prestazionali e requisiti minimi di produzione

prEN 390	Legno lamellare incollato – Dimensioni – Scostamenti ammissibili
prEN 408	Strutture di legno – Legno massiccio e legno lamellare incollato – Determinazione di alcune proprietà fisiche e meccaniche
prEN 460	Durabilità del legno e dei prodotti a base di legno – Durabilità naturale del legno massiccio – Guida ai requisiti di durabilità per legno da utilizzare nelle classi di rischio
prEN 518	Legno strutturale – Classificazione – Requisiti per le norme per la classificazione a vista secondo la resistenza
prEN 519	Legno strutturale – Classificazione – Requisiti per il legname classificato a macchina secondo la resistenza
prEN 594	Strutture di legno – Metodi di prova – Determinazione della resistenza e della rigidità nel proprio piano dei pannelli per parete ad ossatura di legno
prEN 622-3	Pannelli di fibre – Specifiche – Pannelli portanti per condizioni d’uso asciutte
prEN 622-5	Pannelli di fibre – Specifiche – Pannelli portanti per condizioni d’uso umide
prEN 636-1	Compensato – Specifiche – Requisiti del compensato per uso interno, all’asciutto
prEN 636-2	Compensato – Specifiche – Requisiti del compensato per uso interno, al coperto
prEN 636-3	Compensato – Specifiche – Requisiti del compensato per uso esterno, allo scoperto
prEN 912	Elementi metallici di collegamento – Specifiche per i connettori per legno
prEN 1058	Pannelli a base di legno – Determinazione dei valori caratteristici delle proprietà meccaniche e della massa volumica
prEN 1059	Strutture di legno – Requisiti di produzione per capriate realizzate con piastre a chiodi di lamiera metallica punzonata
prEN 1075	Strutture di legno – Metodi di prova – Unioni realizzate con piastre a chiodi di lamiera metallica punzonata
prEN 1193	Strutture di legno – Metodi di prova – Legno massiccio e legno lamellare incollato – Determinazione di ulteriori proprietà fisiche e meccaniche
prEN 1194	Strutture di legno – Legno lamellare incollato – Classi di resistenza e determinazione dei valori caratteristici



Dall’EN 338 scaturiscono un sistema di classi di resistenza con tutti i relativi valori; i cementi sono stati fatti da Filippo Russo [4].

Lo standard EN 338 definisce un sistema di classi di resistenza con relativi valori caratteristici di resistenza, rigidità e massa volumica, sistema applicabile a tutti i legni di conifere e latifoglie per uso strutturale. Fornisce inoltre le regole per l’assegnazione alle classi delle combinazioni specie/provenienza/categoria.

L’EN 384, a sua volta, fornisce due metodi: uno per la determinazione dei valori caratteristici delle proprietà meccaniche e della massa volumica, per ben definite popolazioni di legname e di categorie di resistenza meccanica e/o visuale, e un altro per controllare la resistenza di un campione di legname in relazione al suo valore presunto. I valori così determinati, per le proprietà meccaniche e per la massa volumica, sono idonei per l’assegnazione delle categorie e delle specie alle classi di resistenza dell’EN 338.

L’EN 408 specifica quindi metodi di prova per determinare i parametri della scienza delle costruzioni quali i moduli di elasticità e le varie resistenze, mentre l’En 518 identifica le caratteristiche per le quali devono essere imposti limiti nelle regole di classificazione a vista del legno strutturale.