

VALORIZZAZIONE DEL LEGNO DI FAGGIO ITALIANO PER IMPIEGO STRUTTURALE

Daniele Cibecchini¹, Alberto Cavalli¹

¹Dipartimento di Gestione dei Sistemi Agrari, Alimentari e Forestali, Università di Firenze;
daniele.cibecchini@unifi.it

In questo contributo sono illustrati i risultati di una prima caratterizzazione fisico-meccanica di due lotti di legname di faggio in dimensioni d'uso, provenienti dalla Toscana e dalla Liguria, allo scopo di verificarne la possibilità e le potenzialità per un eventuale impiego in edilizia per uso strutturale. Attraverso la classificazione a vista e le successive prove di laboratorio, sono stati valutati i principali difetti che influenzano le proprietà meccaniche del legname e sono stati determinati i valori caratteristici delle categorie visuali previste dalle norme di classificazione impiegate: la UNI 11035 (italiana) e la DIN 4074-5 (tedesca). Ogni provenienza è stata quindi ripartita in gruppi con caratteristiche visuali simili che, dopo le prove secondo la normativa europea, possono essere attribuiti alle Classi di Resistenza D30, per quanto concerne la norma italiana, e D24 e D40 in base alla categoria, per quanto riguarda la norma tedesca. Attualmente nessuna specie legnosa italiana classificata a vista, utilizzabile in campo strutturale, raggiunge i valori di quest'ultima classe. Ciò esprime le potenzialità d'impiego e anche economiche del faggio in edilizia che, visti i primi risultati, può offrire una soluzione alternativa al progettista di strutture lignee, ma soprattutto può fornire degli sbocchi di mercato per i popolamenti di faggio che, nel futuro, data la numerosità dei soprassuoli in conversione ad alto fusto, forniranno grandi volumi di legno, di bassa qualità per falegnameria ma comunque potenzialmente idonei all'impiego strutturale.

Parole chiave: legno massiccio, proprietà meccaniche, classificazione in base alla resistenza, classi di resistenza, legname strutturale.

Keywords: solid wood, mechanical properties, strength grading, strength classes, structural timber.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-dc-val>

1. Introduzione

La sottoutilizzazione delle risorse forestali italiane così come le loro inesprese potenzialità economiche, sono alcune delle principali problematiche che limitano lo sviluppo della filiera foresta-legno in Italia. In questo contesto riuscire a diversificare e, allo stesso modo, ampliare l'offerta dei prodotti legnosi ritraibili dai nostri boschi, andrebbe ad incidere direttamente sul valore economico delle foreste e sulla loro gestione. Ricerca e innovazione potrebbero quindi favorire il miglior utilizzo del nostro patrimonio forestale passando attraverso la valorizzazione del legname di una specie per impieghi alternativi, portando in tal modo benefici di natura sociale e ambientale in termini di lavoro e di gestione del territorio (Fioravanti e Togni, 2001). Insieme alla produzione di energia, sempre più vista come destinazione finale prevalente del legname dei nostri boschi (Zanuttini, 2012; Pette-nella, 2014), uno dei campi in cui investire per il futuro è senza dubbio l'edilizia in legno che, per ragioni ecologiche e di mercato, riscuote sempre più consensi sia negli enti pubblici che nei soggetti privati, e in prospettiva è lecito attendersi un aumento dell'uso del legno nel campo delle costruzioni (Gardino, 2010;

Brunetti *et al.*, 2011). Pertanto, in vista delle opportunità che offre/offrirà questo settore, abbiamo iniziato a prendere in considerazione l'idea di utilizzare il faggio per impiego strutturale. Il legno di faggio, come ben noto, presenta ottime caratteristiche meccaniche ma, verosimilmente, non è utilizzato, almeno in Italia, per questo impiego in cui le stesse proprietà costituiscono il requisito fondamentale. Ciò è dovuto probabilmente a una serie di fattori: la ben nota scarsa durabilità naturale e l'appetibilità da parte degli insetti xilofagi, l'elevato coefficiente di ritiro volumetrico, collegato alla densità medio-alta, e gli impieghi tradizionali, tra cui quello strutturale non è annoverato. Eppure, in Europa è già impiegato con funzione portante, sia come legno massiccio che come lamellare, nonché come LVL (*Laminated Veneer Lumber*). Ciò significa che esistono procedure consolidate per attribuire ogni elemento di legno massiccio alla Classe di resistenza di appartenenza, come previsto dal moderno sistema per la classificazione del legname strutturale e dalle Norme Tecniche per le Costruzioni. All'interno della norma EN 1912, che contiene l'elenco delle specie legnose commerciabili in Europa e quindi in grado di ottenere la marcatura CE (divenuta obbligatoria dal 1° gennaio 2012 per il legname struttu-

rale), è infatti già presente il faggio di provenienza tedesca classificato a vista con la norma DIN 4074-5, il quale è attribuito a Classi di Resistenza D35 e D40, superiori a tutte le specie italiane classificabili a vista sino ad oggi. Sempre in Germania, l'istituto tedesco per la tecnica delle costruzioni (DIBt - Dutsches Institute für Bautechnik) ha rilasciato l'omologazione generale per l'utilizzo in edilizia, del legno lamellare di faggio omogeneo e combinato (Z-9.1-679) per la classe di servizio 1 indicata dall'Eurocodice 5 (codice europeo di progettazione delle strutture lignee), ovvero limitata ai soli elementi lignei posti all'interno di edifici condizionati.

In questo contributo sono illustrati i risultati di una prima caratterizzazione fisico-meccanica di due lotti di legname di faggio in dimensioni d'uso provenienti dall'Appennino Tosco-Emiliano e dall'Alta Val Bormida in Liguria, allo scopo di verificarne la possibilità e le potenzialità di un suo eventuale impiego in edilizia per uso portante.

1.1 Il faggio in Italia

Secondo le stime di superficie raccolte nel secondo Inventario Forestale Nazionale (INFC, 2005) le faggete, con i loro 1.042.126 ha (1.035.103 ha di *Boschi alti* e 7.023 ha di *Boschi bassi*, *Boschi radi e Boscaglie*), rappresentano una delle tipologie forestali più diffuse in Italia. Il faggio infatti è presente in tutte le regioni, fatta esclusione per la Sardegna, e si trova prevalentemente nella fascia montana e sugli Appennini (Grossoni e Bussotti, 2003). Oltre alla sua estensione geografica, un altro motivo che ci ha spinto verso lo studio di questa specie è stato il crescente aumento di superficie delle fustaie di faggio, a causa della progressiva conversione all'alto fusto dei cedui invecchiati (Coppini, 2009; Nocentini, 2009; La Marca, 2012). Di conseguenza nei prossimi anni avremo una grande disponibilità di materiale da lavoro che potrebbe essere utilmente destinato per usi strutturali.

2. Materiali e metodi

2.1 Il legname

Il legname su cui è stato svolto lo studio proviene dalla Garfagnana, in Toscana, e dall'Alta Val Bormida, in Liguria, ed è costituito da 160 segati di due diverse sezioni trasversali: 85x55 mm e 120x55 mm. Entrambi i lotti sono stati ricavati da soprassuoli transitori di faggio a composizione pressoché pura nei quali erano già stati eseguiti dei primi interventi di diradamento, con età, al momento del campionamento, di 60 anni per i primi e di 50 anni per i secondi (Fig. 1). È stato quindi possibile effettuare una prima valutazione sulla qualità strutturale del legname conseguibile da popolamenti di questo tipo. Il materiale, trasformato dapprima in tavole (Fig. 2), è stato accatastato e fatto stagionare all'aria libera e poi segato nelle sezioni sopraindicate. La caratterizzazione meccanica del legname e quindi il procedimento per la derivazione dei valori caratteristici, utilizzati per la progettazione delle strutture secondo quanto previsto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, ha seguito la normativa europea di riferi-

mento (EN 384), secondo la quale ogni sezione e provenienza rappresenta un campione distinto.

2.2 La classificazione secondo la resistenza

Per poter ottenere la marcatura CE ogni elemento per uso strutturale deve essere selezionato secondo la resistenza con regole o sistemi conformi alla norma quadro EN 14081, che a sua volta rispetta i requisiti del Regolamento UE sui Prodotti da Costruzione (CPR 305/2011). La prima operazione è stata quindi quella di classificare a vista il legname attraverso le regole della norma italiana UNI 11035 e della norma tedesca DIN 4074-5. Quest'ultima prevede tre categorie resistenti per il faggio (LS13, LS10 e LS7) mentre la regola italiana ne contempla una sola (S). Questa doppia operazione, eseguita solamente per la provenienza Toscana, si è resa necessaria per confrontare e verificare l'efficacia della norma italiana mai adoperata per il faggio. Al fine di caratterizzare il materiale dal punto di vista meccanico la selezione è stata eseguita soltanto per il terzo centrale, ovvero per quel tratto di trave testato durante le successive prove meccaniche distruttive, rilevando i difetti che influiscono direttamente sulla resistenza del materiale stesso: come i nodi, l'inclinazione della fibratura e le fessurazioni da ritiro passanti.

2.3 Prove meccaniche

I segati classificati per uso strutturale dalle regole impiegate per la classificazione a vista, sono stati quindi sottoposti a prove meccaniche per la determinazione del modulo di elasticità a flessione locale e del modulo di rottura a flessione, posizionando il tratto di trave contenente il difetto ritenuto peggiore nel punto in cui durante la prova viene raggiunto il momento flettente massimo e costante (in mezzzeria). Tali prove sono state eseguite in conformità alla norma EN 408 (Fig. 3). In prossimità del tratto di segato provato, al termine della prova, sono stati poi prelevati due provini: uno per la determinazione dell'umidità e uno per la determinazione della massa volumica.

3. Risultati

3.1 Classificazione a vista

Confrontando le rese di classificazione del terzo medio dei campioni di faggio selezionati con la norma italiana UNI 11035 (Tab. 1), si evince che il lotto di segati proveniente dalla Garfagnana è di qualità migliore, in quanto più del 70% del totale è stato assegnato alla categoria S (S=strutturale) mentre per il lotto della Val Bormida solo il 55% dei segati è risultato classificabile per tale uso. Gli elementi che hanno determinato una resa minore sono stati in entrambi i casi i campioni con sezione di 85x55 mm, che rappresentano il 54% e il 71% del totale dei segati scartati, rispettivamente dal lotto di faggio toscano e dal lotto di faggio ligure. Ciò, presumibilmente, è dovuto al materiale di partenza e quindi alla qualità dei topi da cui sono stati ricavati i segati. La Tabella 2 contiene le rese di classificazione ottenute con la norma tedesca DIN 4074-5, la quale oltre ad avere limiti di nodosità diversi e di non considerare

l'inclinazione della fibratura, prevede di scartare gli elementi che contengono il midollo. Dato che non era possibile conoscere l'influenza di tale caratteristica sul comportamento meccanico del faggio, è stato deciso di utilizzare anche questo criterio di selezione. Nei casi in cui non è stato considerato il midollo, è possibile constatare come la norma italiana sia più restrittiva di quella tedesca. Questo perché lo scarto dei segati è stato determinato quasi unicamente dalle dimensioni dei nodi e i valori soglia di nodosità sono diversi per le due norme¹.

3.2 Valori caratteristici

La derivazione dei valori caratteristici delle principali proprietà meccaniche e fisiche dei segati assegnati alle categorie resistenti individuate dalla UNI 11035 e dalla DIN 4074-5 (S, LS13, LS10, e LS7), è stata effettuata seguendo le disposizioni e i criteri elencati nella norma EN 384. Per la resistenza e la massa volumica il valore caratteristico è definito dal 5° percentile inferiore della distribuzione del campione di dati, determinato con il metodo non parametrico, mentre per il modulo elastico esso è rappresentato dal valore medio. Questi valori andranno poi a comporre il cosiddetto *profilo dei valori caratteristici* attribuito alle categorie resistenti, le quali possono essere associate ad una delle Classi di Resistenza previste dalla EN 338.

La norma EN 384 prescrive inoltre di correggere i risultati delle prove fisiche e meccaniche, in base all'umidità, alla altezza della sezione trasversale e alla numerosità del campione. Quest'ultima correzione non è stata però applicata, in quanto in questa stadio della ricerca, ancora preliminare, un'ulteriore riduzione dei valori caratteristici, dovuta al basso numero di segati testati, andrebbe a penalizzare in maniera eccessiva i risultati ottenuti, i quali porterebbero a delle conclusioni distorte circa l'attitudine del faggio per strutture. Naturalmente tale correzione dovrà essere applicata qualora si voglia effettivamente presentare in sede europea questo tipo di legname per l'impiego strutturale, al fine di impostare tutta la procedura per la sua marcatura CE secondo quanto previsto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni. In Tabella 3 sono dunque riportati i valori caratteristici per la categoria S, individuata dalla norma UNI 11035, che risultano essere pressoché simili tra le due provenienze studiate e che consentirebbero di associare la categoria S alla Classe di Resistenza D30. Tuttavia, tali valori, sebbene superiori a quelli del castagno di provenienza italiana (unica latifolia nazionale presente nella norma EN 1912), non permettono di raggiungere le Classi di Resistenza D35 e D40 che caratterizzano il faggio di provenienza tedesca.

Passando quindi ad analizzare i risultati ottenuti per il faggio della Garfagnana classificato con la DIN 4074-5 (Tab. 4), la quale prescrive limiti di nodosità diversi per

le tre categorie indicate (LS13 fino a 1/5; LS10 fino a 2/5; LS7 fino a 3/5), è possibile constatare una maggiore efficienza di selezione rispetto alla UNI 11035. Gli elementi con le caratteristiche meccaniche migliori vengono in questo modo valorizzati: $f_{m,k}$ (cfr. Tab. 3) per la LS13 è pari a 45,0 N/mm². Tuttavia per la categoria intermedia LS10 si ottengono valori di resistenza inferiori rispetto a quelli conseguiti con la norma di classificazione italiana. Infine, per la categoria LS7 a causa del basso numero di campioni non è stato possibile determinare il 5°- percentile della resistenza e della massa volumica.

4. Discussione

Dal punto di vista pratico le rese di classificazione, oltre ad esprimere la qualità strutturale dei segati selezionati, offrono una visione economica potenziale del prodotto. Esse dipendono dal materiale di partenza che a sua volta è collegato al modello di gestione del bosco. Per quanto concerne il presente studio la presenza di nodi di grandi dimensioni, probabilmente dovuta all'origine agamica, è stato il difetto che più ha inciso sulle rese di classificazione e sui valori di resistenza dei segati. Ciò nonostante, sebbene si tratti di legname proveniente da soprassuoli di ex ceduo e quindi presumibilmente di qualità scadente, nel caso in cui la selezione del legname preveda più categorie resistenti, quella migliore (in questo caso LS13), è comunque maggiormente rappresentata.

Al fine di valorizzare gli elementi con le proprietà meccaniche migliori, l'altro aspetto da valutare è la messa a punto di una nuova regola di classificazione per la norma italiana UNI 11035. Vari spunti e osservazioni sono emersi dal confronto con la DIN 4074-5, che offre una selezione più efficace. In particolare i criteri da analizzare e sui quali è necessario agire sono: la nodosità, strettamente correlata alla resistenza; l'inclinazione della fibratura, che sembra influire poco sul modulo di rottura a meno che non si trovi in concomitanza con la presenza di midollo; la presenza di fessurazioni passanti, che se di lunghezza superiore a due volte la larghezza della sezione possono comportare rotture per tensioni di taglio, longitudinali; e infine la densità, che sembra non essere correlata alla resistenza. Tali considerazioni, benché lecite perché riguardano lo studio eseguito, sono comunque aleatorie, in quanto si basano su un limitato numero di osservazioni e non possono essere ritenute esaustive. Esse rappresentano però un punto di partenza per eventuali futuri studi sul faggio per uso strutturale, nei quali dovranno essere verificate.

5. Conclusioni

Questo studio rappresenta un primo contributo per la promozione del legname di faggio italiano per uso strutturale. Attraverso la classificazione a vista e la caratterizzazione fisico-meccanica di elementi lignei in dimensioni d'uso, sono state raccolte informazioni sulle proprietà di elasticità, resistenza e massa volumica di due partite di segati provenienti dalla Toscana e dalla Liguria.

¹ Per la norma UNI 11035 un segato non è ritenuto idoneo all'uso strutturale, nel momento in cui il rapporto tra il diametro minimo del nodo e la larghezza della faccia su cui compare è superiore a 1/2; mentre la categoria LS7 (la peggiore della DIN 4074-5) accetta elementi fino a valori di 3/5.

I risultati conseguiti sono incoraggianti, soprattutto se consideriamo la tipologia di soprassuolo da cui è stato ricavato il materiale per svolgere lo studio. Inoltre nessun tipo di legname italiano contenuto nella norma EN 1912 riesce a raggiungere la Classe di Resistenza 40 (D40 per le latifoglie). Tuttavia il basso numero di campioni analizzati non permette di dare giudizi definitivi, ma offre sicuramente una prima visione circa le potenzialità del faggio in edilizia. In prospettiva se, come ci auspichiamo, soggetti privati e pubblici decidessero di investire su questa specie, sarà possibile

ampliare il campionamento e in base ad esso definire il “tipo di legname” (combinazione di specie, provenienza e categoria) da presentare in sede europea, al fine di ottenere la marcatura CE. Per un concreto impiego strutturale futuro non dovranno poi essere tralasciati gli aspetti riferiti alla durabilità del legno e previsti gli opportuni trattamenti applicabili. In sintesi questa specie ha delle ottime opportunità di sviluppo nel campo dell’edilizia, con ottimi valori di resistenza, benché riferibili a elementi strutturali di sezione relativamente piccola. Ciò rappresenta un ottimo punto di partenza.

Tabella 1. Rese di classificazione, secondo la norma UNI 11035.
 Table 1. Grading yields, according to the Italian Standard UNI 11035.

Provenienza	Garfagnana - Toscana			Alta Val Bormida - Liguria		
	Campione	Totale	85x55 mm	120x55 mm	Totale	85x55 mm
<i>n.</i>	92	42	50	68	43	25
<i>Scartati</i>	24%	29%	20%	45%	51%	36%
<i>Categoria S</i>	76%	71%	80%	55%	49%	64%

Tabella 2. Rese di classificazione del campione di provenienza Toscana, secondo la norma DIN 4074-5.
 Table 2. Grading yields of the Tuscan sample, according to the German Standard DIN 4074-5.

Provenienza	Garfagnana - Toscana			Garfagnana - Toscana (comprensivi degli elementi con midollo)		
	Campione	Totale	85x55 mm	120x55 mm	Totale	85x55 mm
<i>n.</i>	92	42	50	68	43	25
<i>Scartati</i>	50%	50%	50%	17%	21%	14%
<i>Categoria LS7</i>	8%	9.5%	6%	16%	19%	14%
<i>Categoria LS10</i>	14%	9.5%	18%	29%	19%	38%
<i>Categoria LS13</i>	28%	31%	26%	37%	40%	34%

Tabella 3. Valori caratteristici della categoria S, secondo la norma UNI 11035.
 Table 3. Characteristic values of the grade S, according to the Italian Standard UNI 11035.

UNI 11035 – categoria S			Toscana	Liguria
<i>Resistenza a flessione caratteristica</i>	$f_{m,k}$	[N/mm ²]	29,8	30,2
<i>Modulo di elasticità medio</i>	$E_{0,mean}$	[kN/mm ²]	13,1	13,1
<i>Modulo di elasticità (5° percentile)</i>	$E_{0,05}$	[kN/mm ²]	11,0	11,0
<i>Densità caratteristica</i>	ρ_k	[kg/m ³]	620	677
<i>Densità media</i>	ρ_{mean} (EN 338)	[kg/m ³]	744	812

Il valore medio della massa volumica (ρ_{mean}) è stato calcolato secondo la norma EN 338.

Tabella 4. Valori caratteristici del campione di provenienza Toscana classificato secondo la norma tedesca DIN 4074-5.

Table 4. Characteristic values of the Tuscan sample, according to the German Standard DIN 4074-5.

<i>Categoria</i>			<i>LS13</i>	<i>LS10</i>	<i>LS7</i>
<i>Resistenza a flessione caratteristica</i>	$f_{m,k}$	[N/mm ²]	45,0	26,7	(21,4)
<i>Modulo di elasticità medio</i>	$E_{0,mean}$	[kN/mm ²]	14,0	12,1	11,5
<i>5° percentile</i>	$E_{0,05}$	[kN/mm ²]	11,8	10,2	9,7
<i>Densità caratteristica</i>	ρ_k	[kg/m ³]	612	630	(650)
<i>Densità media</i>	ρ_{mean} (EN 338)	[kg/m ³]	734	756	780

I valori tra parentesi riferiti alla categoria LS7 rappresentano il valore minimo della caratteristica indicata (densità e modulo di rottura).



Figura 1. Toppi di faggio abbattuti.
 Figure 1. Selected beech logs.



Figura 2. Segazione.
 Figure 2. The sawing operation.



Figure 3. Prova di flessione statica, secondo la norma EN408.
 Figure 3. Bending test, according to the standard EN408.

SUMMARY

Increasing the value of Italian beech through structural use

The beech wood (*Fagus sylvatica* L.) has outstanding mechanical properties, as required for structural timber, but in Italy it does not know any structural uses. In Europe, instead, beech for structure is already an established product, both as solid wood and glulam. In this paper, the results of a first mechanical and physical characterization of two samples of timber beams from Tuscany and Liguria are presented, in order to assess the potentiality of the Italian beech for structural use. The main defects that affect the mechanical properties were identified by the visually strength grading, which was performed using: the Italian Standard UNI 11035 and the German Standard DIN 4074-5. Then, the standardized mechanical tests were carried out. In accordance to the European standards, the Strength Classes D30, D24 and D40, according to the combination Grade and Grading Rule, were reached. Nowadays, no visual grade of Italian structural timber achieves the Class D40. This result reveals the mechanical and economic potentiality of the beech for load bearing use. In fact, it may offer an alternative solution to designers as well as a different wood product for the beech stands.

BIBLIOGRAFIA

- Brunetti M., Luchetti M., Nocetti M., Togni M., 2011 – *Impiego del legno in edilizia. Nuove regole e nuove opportunità*. Sherwood, 75: 42-45.
- Coppini M., 2009 – *La gestione produttiva delle faggete in Appennino*. Tesi di dottorato di ricerca in Scienze e Tecnologie per la gestione forestale e ambientale, Università degli studi della Tuscia – Viterbo. <http://hdl.handle.net/2067/1118>.
- Fioravanti M., Togni M., 2001 – *La classificazione per usi strutturali: un elemento di promozione per il legno prodotto in particolari aree geografiche*. L'Italia Forestale e Montana, 6: 491-497.
- Gardino P., 2010 – *Il mercato italiano delle case in legno del 2010. Analisi del mercato, previsioni fino al 2015*. Ricerca di mercato condotta da Paolo Gardino Consulting per promo_legno, in collaborazione con Assolegno (settembre 2011). <http://shop.promolegno.com/shop/elencopubblicazioni.htm>.
- Grossoni P., Bussotti S., 2003 – *Il faggio*. Sherwood, 90: 37-42.
- INFC, 2005 – *Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio*. Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali, Ispettorato Gene-

rale - Corpo Forestale dello Stato, CRA - Istituto Sperimentale per l'Assestamento Forestale e per l'Alpicoltura.

La Marca O., 2012 – *La gestione delle faggete in Italia*. In: Atti dell'Accademia dei Georgofili, Sul trattamento delle faggete in Italia: dal metodo scientifico all'empirismo dei nostri giorni. Quaderni 2012-III: 17-48.

Nocentini S., 2009 – *Structure and management of beech (Fagus sylvatica L.) forests in Italy*. iForest-Biogeosciences, For., 2:105-113.

<http://dx.doi.org/10.3832/ifor0499-002>

Pettenella D., 2014 – *Linee strategiche per rilanciare l'offerta dei prodotti forestali dai boschi italiani*. Presentazione al Convegno Forestale Nazionale "Politiche forestali e sviluppo rurale per la programmazione 2014-2020", Firenze, 15-16 gennaio 2014.

Zanuttini R., 2012 – *Legno locale futuro protagonista? Alcune riflessioni dagli Stati generali del legno*. Sherwood, 180: 5-9.

NORMATIVE CITATE

DIBt, 2014 – *Allgemeine Bauaufsichtliche Zulassung für Brettschichtholz aus Buche und Buche-Hybridträger*. Zulassungsnummer: Z-9.1-679. Antragsteller: Studiengemeinschaft Holzleimbau e V.

DIN 4074-5:2008 – *Classificazione del legname secondo la resistenza – Parte 5: Segati di latifoglia*.

EN 14081-1:2011 – *Strutture in legno. Legno strutturale con sezione rettangolare classificato secondo la resistenza - Parte 1: Requisiti generali*.

EN 1912:2012 – *Legno strutturale - Classi di resistenza - Assegnazione delle categorie visuali e delle specie*.

EN 1995-1-1:2005 – *Progettazione delle strutture di legno. Parte 1-1: Regole generali - Regole comuni e regole per gli edifici*.

EN 338:2009 – *Legno strutturale - Classi di resistenza*.

EN 384:2010 – *Legno strutturale - Determinazione dei valori caratteristici delle proprietà meccaniche e della massa volumica*.

EN 408:2010 – *Strutture di legno - legno massiccio e legno lamellare incollato - Determinazione di alcune proprietà fisiche e meccaniche*.

NTC, 2008 – *Norme Tecniche per le Costruzioni*. D.M. 14 gennaio 2008, Ministero delle infrastrutture.

UNI 11035-1:2010 – *Legno strutturale - Classificazione a vista dei legnami secondo la resistenza meccanica. Parte 1: Terminologia e misurazioni delle caratteristiche*.

UNI 11035-2:2010 – *Legno strutturale - Classificazione a vista dei legnami secondo la resistenza meccanica. Parte 2: Regole per la classificazione a vista secondo la resistenza meccanica e valori caratteristici per i tipi di legname strutturale*.