



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

FLORE

Repository istituzionale dell'Università degli Studi di Firenze

Voci di Capitolato speciale d'appalto per il legname strutturale - I Parte: Qualità del legname a piè d'opera

Questa è la Versione finale referata (Post print/Accepted manuscript) della seguente pubblicazione:

Original Citation:

Voci di Capitolato speciale d'appalto per il legname strutturale - I Parte: Qualità del legname a piè d'opera / G. Bonamini; M. Noferi; M. Togni. - In: L'EDILIZIA. - ISSN 1593-3970. - STAMPA. - Anno XV, numero 4:(2001), pp. 38-42.

Availability:

This version is available at: 2158/224005 since:

Terms of use:

Open Access

La pubblicazione è resa disponibile sotto le norme e i termini della licenza di deposito, secondo quanto stabilito dalla Policy per l'accesso aperto dell'Università degli Studi di Firenze (<https://www.sba.unifi.it/upload/policy-oa-2016-1.pdf>)

Publisher copyright claim:

(Article begins on next page)

Building and Construction for Engineers

L'Edilizia

INGEGNERIA MATERIALI TECNOLOGIA



de lettera editore N. 4 - Agosto - Settembre - anno XV - spedizione in a.p. - 45% - art. 2 comma 20/b legge 662/96 - Filiale di Milano

Ingegneri attuali e quelli futuri

La SISMORESISTENZA per gli edifici storici

SCC - Self Compacting Concrete

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO per il legno strutturale

GRC 2001. Dal congresso internazionale di Dublino

Compositi a matrice rigida

Travi lignee rinforzate in FIBRE DI CARBONIO

SOFTWARE: la progettazione edilizia collaborativa

L'uso del COMPUTER PER IL CALCOLO delle strutture lignee

■ Fatti e Notizie	8
■ Corsi e Convegni	10
■ Biblion	12
■ σ e bit a cura di Franco Spinelli	14
■ Notiziario ATE	78



■ LA RIFORMA UNIVERSITARIA ED IL MONDO DEL LAVORO Gli ingegneri attuali e quelli futuri	22
<i>di Vittorio Raghino</i>	
■ CONFERIMENTO DI SISMORESISTENZA AD EDIFICI STORICI Il caso della pieve di S. Stefano di Sorano	24
<i>di Natale Gucci e Fabrizio Simonelli</i>	
■ SCC. Un'occasione da non perdere	34
<i>di Roberto Marino</i>	
■ VOCI DI CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO PER IL LEGNAME STRUTTURALE	38
<i>di Gabriele Bonamini, Mariangela Noferi, Marco Togni</i>	
■ GRC 2001. Prosegue la ricerca sulle potenzialità del GFRC nel 12° congresso internazionale a Dublino	44
<i>di Marica Della Bella</i>	
■ TRAVI IN LEGNO RINFORZATE con barre o con tessuti in fibra di carbonio	48
<i>di Antonio Borri, Marco Corradi, Emanuela Speranzini</i>	
■ COMPOSITI A MATRICE RIGIDA caratteristiche meccaniche a $t = 0$ e a $t = \infty$	58
<i>di Filiberto e Vito Finzi</i>	
■ PROGETTAZIONE EDILIZIA COLLABORATIVA Un modello integrato per la gestione dei conflitti	66
<i>di Benedetto Colajanni, Giuseppe Pellitteri, Salvatore Concialdi</i>	
■ STRUTTURE DI LEGNO. L'importanza del computer nel calcolo degli elementi strutturali in legno	72
<i>di Alberto Zangirolami</i>	

DIRETTORE RESPONSABILE:
Fiorino Ivan De Lettera
deletter@tin.it

DIRETTORE:
Donatella Guzzoni
dguzzoni@tin.it

SEGRETERIA DI REDAZIONE:
Chiara Falcini
falcidle@tin.it

COMITATO SCIENTIFICO:
A. Albi Marini, C. Bertolini Cestari,
M. Catania, A. Ceccotti, M. Collepari,
W. Esposti, F. Finzi, L. Finzi,
E. Giangreco, F. Lner, B. Lewicki,
P.N. Maggi, P.G. Malerba, G. Menditto,
A. Migliacci, F. Mola, G. Nardi,
M. Nebuloni, A. Parducci, P. Pedeferra,
L. Sanpaulesi, E. Siviero, S. Tattoni,
R. Turriziani, J. Viegas.

COMITATO TECNICO:
G. Bedotti, R. Capra, P. Carbone, B. Della
Bella, V. deMicheli, E. De Steffani,
T. Du Marteau, G. Ferrari, M. Ferri,
F. Giovannini, R. Kromer,
A. Marioni, P. Montagni, A. Pasetti,
B. Pistone, E. Rinaldi, S. Schwarz,
J. Sokalski, S. Pereswiet-Soltan, R. Vinci,
G. Zambetti.

La rivista è organo di diffusione di:
ATE (Associazione Tecnologi dell'Edilizia),
C.T.E. (Collegio dei Tecnici dell'Edilizia)
AICO (Associazione Italiana COmpositi)

DE LETTERA EDITORE sas

di Fiorino Ivan De Lettera & C.
20124 MILANO - VIA TADINO, 25
TEL. 02.26.66.345 FAX 02.26.64.781

AMMINISTRAZIONE:
Rino Barison

ABBONAMENTI E VOLUMI:
Ermanno De Tommaso

GRAFICA E IMPAGINAZIONE:
Grazia Midilli
midille@tin.it

Pubblicazione bimestrale registrata presso
il Tribunale di Milano il 29/11/86 n. 659
Spedizione in a.p. art. 2 comma 20/b
legge 662/96 - Filiale di Milano
Stampa: Lithotris, Trezzano sul Naviglio (MI)

Tutti i diritti di riproduzione sono riservati
Le opinioni espresse dai singoli autori non
impegnano la redazione

Il materiale originale pervenuto in redazio-
ne non verrà restituito, anche se non pub-
blicato.

c/c postale 49572209

ABBONAMENTI ITALIA E VENDITA
Vedi cedola su cartoncino giallo allegato alla rivista

Per gli studenti regolarmente iscritti è pre-
vista la tariffa d'abbonamento annuo spe-
ciale di £ 77.000

ABBONAMENTI ESTERO
via di superficie £ 165.000
via aerea:
Europa, Bacino del Mediterraneo
£ 185.000
Africa £ 220.000
America, Asia £ 230.000
Oceania £ 260.000

PREZZO A COPIA:
Italia £ 19.500 Arretrati £ 25.000
Estero £ 25.000 Arretrati £ 30.500



Voci di capitolato speciale d'appalto per il legname strutturale

I parte

di G. Bonamini,
M. Noferi, M. Togni
Dottori Forestali
Tecnologi del Legno,
studio Legno Wood Consulting
studio.legno@iol.it

La moderna progettazione¹ prevede esplicitamente l'impiego di *legname classificato secondo le resistenze meccaniche*. La richiesta emergente a livello europeo è di inserire il legname strutturale nell'elenco dei prodotti ricadenti nella Direttiva sui Prodotti da Costruzione, per cui ogni singolo elemento ligneo dovrà riportare il marchio CE oppure essere corredato da una certificazione di conformità ai requisiti previsti per il rilascio di tale marchio. La classificazione può essere eseguita *a vista* oppure *a macchina*. Tramite la classificazione è possibile assegnare ciascun elemento ligneo ad un'ideale *categoria* oppure ad una *classe di resistenza*. In entrambi i ca-

si ciò si concretizza con l'attribuzione all'elemento di un profilo di *valori caratteristici* per le proprietà fisico-meccaniche (detto nel gergo tecnico colloquiale "profilo resistente dell'elemento") idoneo per svolgere i calcoli strutturali.

Motivi di spazio impediscono in questa sede di esaminare compiutamente l'evoluzione tecnica che ha portato alle attuali norme di classificazione del legname strutturale secondo le resistenze; basti qui ricordare che le regole conformi alle indicazioni contenute nella norma-quadro UNI EN 518 sono senz'altro riconosciute idonee per classificare legname strutturale.

Si riportano di seguito alcune frasi tratte da voci di capitolato assai diffuse, al fine di evidenziarne l'obsolescenza, quando non addirittura l'inconsistenza tecnico-scientifica: fattori che rendono frequenti e di difficile soluzione le contestazioni. Come premessa generale si sottolinea l'assoluta necessità di operare una separazione netta (attualmente non esistente) fra le voci riguardanti il legname destinato all'uso nelle strutture portanti e quelle relative al legname per altri impieghi (in-fissi, pavimenti, ecc).

"I legnami [...] saranno provveduti fra le più scelte qualità della categoria prescritta e non presenteranno difetti incompatibili con l'uso a cui sono destinati"

Commento: né qui né altrove si pone in evidenza la necessaria distinzione che occorre operare fra "legname" in senso generico ed "elemento ligneo"; come poco sopra ricordato, modernamente ciò non può essere accettabile per il legno strutturale, laddove ciascun elemento ligneo costituisce un individuo a sé stante, da valutare e classificare singolarmente. Inoltre, la frase è, nella prima parte, vaga poiché non sono definiti i criteri per determinare le "più scelte qualità", né si definisce cosa si intende per "categoria prescritta". La seconda parte è lacunosa, poiché non specifica (neanche con opportuni rimandi a prescrizioni successive) come valutare l'influenza sulle prestazioni del materiale da parte di difetti compatibili con la destinazione d'uso finale.

"I legnami [...] dovranno essere di prima scelta, di struttura e fibra compatta e resistente, non deteriorata, perfettamente sana, dritta e priva di spaccature sia in senso radicale [sic] che circolare"

Commento: la dizione "prima scelta" non ha significato, se non riferita ad un preciso documento tecnico che ne definisca le proprietà. Nel caso del legno strutturale, i documenti tecnici riconosciuti non parlano di "scelta", bensì di "categoria" o di "classe". Il termine "fibra" è qui usato impropriamente ed è fuorviante in caso di contestazione. Le "spaccature in senso radicale e circolare" si riferiscono presumibilmente alle fessurazioni radicali da ritiro o da tensioni interne e alle cipollature: anche in tal caso la terminologia è tecnicamente inappropriata e vaga.

"Essi [i legnami] dovranno essere perfettamente stagionati, a meno che non siano stati essiccati artificialmente, presentare colore e venatura uniforme, [...]"

Commento: l'espressione "perfettamente stagionati" non ha significato dal punto di vista semantico, tantomeno da quello tecnologico; inoltre, l'esecuzione di una generica "essiccazione artificiale" non è di per sé garanzia di corretta umidità del legname. Il colore e la venatura del legno sono di norma tutt'altro che uniformi, semmai se ne può invocare la "tipicità" in relazione alla specie legnosa considerata.

"Il tavolame dovrà essere ricavato dalle travi più dritte, affinché le fibre non riescano mozzate dalla sega e si ritirino nelle connessioni"

Commento: con tutta la buona volontà, chi scrive non è riuscito a trovare alcun possibile significato alla frase; le travi diritte possono presentare fibratura decisamente inclinata, cosicché le "fibre legnose" possono risultare ugualmente "mozzate" dalla sega. La possibilità che cellule legnose, "mozzate" o meno, possano "ritirarsi" in non meglio identificate "connessioni" sfugge del tutto alla comprensione degli Autori.

"I legnami a spigolo vivo dovranno essere [...] senza alborno né smussi di sorta."

Commenti: la presenza di alborno è modernamente ammessa per il legname strutturale, mentre gli smussi sono soggetti a limiti di ammissibilità anche per il legname cosiddetto "a spigolo vivo".

Si ritiene che gli esempi riportati siano sufficienti a giustificare la necessità di un rapido intervento di aggiornamento, a partire dall'indispensabile separazione delle voci di capitolato dedicate rispettivamente al legname strutturale e non. A sottolineare tale necessità si ricorda che alle due diverse destinazioni d'uso corrispondono due ben distinte Commissioni Tecniche incaricate di redigere la normativa europea: CEN/TC 124 "Legno strutturale" e CEN/TC 175 "Legno non strutturale".

La proposta che segue rappresenta uno strumento contrattuale in grado di salvaguardare le giuste aspettative di tutte le Parti coinvolte e offre anche una base sicura per dirimere eventuali contestazioni.

In successivi articoli saranno proposti aggiornamenti di tipo analogo per il legname già in opera e per le misure di protezione dal degradamento da parte di agenti biologici.

Legno strutturale a pie' d'opera²

La realizzazione di strutture portanti lignee verrà effettuata utilizzando una o più specie legnose per le quali esistono norme e/o regole di classificazione secondo le resistenze meccaniche cui corrispondono profili resistenti riconosciuti³.

Il legname dovrà essere classificato in conformità a tali regole, le quali assicurano che le proprietà del legname sono idonee per l'uso in edifici e opere d'ingegneria civile, e in special modo che i valori di resistenza e rigidezza derivanti dalla loro applicazione sono affidabili. Ciascun elemento ligneo portante oggetto di fornitura dovrà essere classificato singolarmente a cura del Fornitore, quest'ultimo inteso come l'entità che si assume legalmente la responsabilità della classificazione.

Nella foto: testate delle travi 30x30 cm utilizzate per il ponte di figura 4.

Caratteristiche fisico-meccaniche La classificazione dovrà essere condotta tramite ispezione a vista conformemente alla UNI EN 518, oppure mediante prove non distruttive secondo la UNI EN 519.

L'assegnazione a un'appropriata categoria deve avvenire classificando l'elemento in base ad una delle regole riconosciute di classificazione del legno secondo le resistenze meccaniche⁴, in cui devono essere presi in considerazione almeno i seguenti caratteri:

- caratteristiche che riducono la resistenza: nodi; inclinazione della fibratura; massa volumica; rapidità di accrescimento; fessurazioni radiali da ritiro; lesioni da fulmine; cretti da gelo; cipollature,
- caratteristiche geometriche: smussi; deformazioni,
- caratteristiche biologiche: attacchi di funghi; attacchi di insetti; attacchi di altri organismi,
- altre caratteristiche: legno di reazione; danni meccanici; altri criteri.



Figura 1. Elementi strutturali di legno lamellare incollato di Abete.

Sulla base dei limiti di ammissibilità prescritti per ciascun carattere dalla norma di classificazione adottata, gli elementi potranno essere scartati in quanto non idonei per l'uso strutturale, oppure classificati in una delle categorie di qualità resistente previste dalla norma stessa.

In quest'ultimo caso, ciascun elemento dovrà essere marcato in modo permanente; la marcatura dovrà riportare almeno:

- la sigla del tipo di legname,
- la categoria
- le dimensioni nominali dell'elemento,
- il fornitore,
- la sigla della regola di classificazione adottata.

Nel caso in cui, su richiesta esplicita del Committente, ad es. per ragioni estetiche, si dovesse rinunciare alla marcatura, ciascun pacco di elementi dovrà essere consegnato corredato di una dichiarazione di conformità in cui compaiano, oltre agli elementi sopra citati, anche gli estremi sufficienti per l'identificazione univoca del pacco.

Umidità Salvo espliciti accordi diversi fra Committente e Fornitore, per umidità si intende l'umidità media del singolo elemento ligneo in esame al momento della consegna, determinata in conformità alla UNI 9091-1⁵ e delle prescrizioni che seguono nella Parte 2 della presente voce.

Caratteristiche geometriche Le dimensioni geometriche dell'elemento ligneo oggetto di fornitura sono riferite all'umidità del legno del 20% e al netto delle eventuali soprasure necessarie per adattare l'elemento in opera (intestature, intagli ecc.).

La sezione nominale dell'elemento ligneo è la minore delle sezioni di estremità (soprasure escluse).

Al momento della segazione del legname allo stato fresco, le dimensioni trasversali (larghezza e altezza) degli elementi dovranno essere maggiorate, applicando un coefficiente correttivo pari al 2,5% della dimensione nominale, per tener conto del successivo ritiro⁶.

Nel caso in cui le travi vengano ottenute mediante rilavorazione di elementi già parzialmente stagionati, la maggiorazione delle dimensioni dovrà essere pari allo 0,25% della dimensione nominale per ogni 1% di differenza di umidità media del legno rispetto al valore di riferimento del 20%, e comunque non maggiore del 2,5%.⁷

Di norma è ammesso trascurare le variazioni dimensionali di lunghezza, ossia nella direzione della fibratura, dovute al ritiro.

Di norma non è prevista la piallatura delle superfici; laddove questa fosse prevista in una fase successiva all'accettazione della fornitura, il Committente dovrà tenere conto della diminuzione di sezione dovuta all'asportazione di materiale richiedendo al Fornitore una sezione opportunamente maggiorata.

Requisiti speciali Sono da considerare speciali e non coperti dalla presente voce, i requisiti sotto elencati, che dovranno essere oggetto di rimandi ad altre voci specifiche, oppure di espliciti accordi fra Committente e Fornitore:

- Specie legnosa/e

In assenza d'indicazioni contrarie da parte del Committente, sulla base di esigenze estetiche o di durabilità, il Fornitore potrà fornire come unico prodotto commerciale legname classificato, appartenente a specie legnose diverse, di uguale qualità strutturale.

- Durabilità naturale

Il legname dovrà avere caratteristiche di durabilità (naturale o acquisita) conformi ai requisiti prescritti per la Classe di Rischio Biologico e la Classe di Servizio⁸ cui la struttura è assegnata.

- Presenza/percentuale di alborno e durame

- Lavorazioni speciali (sagomature, intagli, rustature, forature, ecc.)

- Trattamenti preservanti del legno

Attenzione! In caso di trattamenti per impregnazione in autoclave le proprietà resistenti e di rigidità del legname possono essere alterate

- Tutto quanto non esplicitamente citato.

1. Le vigenti norme italiane che raccolgono le regole armonizzate per il calcolo delle costruzioni di legno sono la ENV 1995-1-1 "Eurocodice 5: Progettazione di strutture in legno. Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici" e la ENV 1995-1-2 "Eurocodice 5: Progettazione di strutture in legno. Parte 1-2: Regole per la progettazione strutturale contro il fuoco", che affiancano i codici delle diverse nazioni europee fra i quali la Norma Tedesca DIN 1052, spesso utilizzata dai nostri progettisti in attesa dell'approvazione di un specifico codice italiano.

2. Per la denominazione completa delle norme citate si rimanda all'elenco dei riferimenti normativi in calce, che costituiscono parte integrante della presente voce.

3. Per "profilo resistente riconosciuto" s'intende un insieme di valori relativi alle principali caratteristiche fisico-meccaniche (almeno la massa volumica, la resistenza a flessione e il modulo di elasticità), derivanti da una consolidata e riconosciuta pratica progettuale ed esecutiva oppure da documentati studi ad hoc, e configurabili in uno dei tre tipi seguenti:

a) tensioni ammissibili

b) valori caratteristici, ricavati conformemente alla UNI EN 384 a partire dalla UNI EN (408+1193)

c) classi di resistenza, assegnate conformemente alla UNI EN 338; nella UNI EN 1912 sono elencate categorie e specie legnose europee assegnate ufficialmente alle classi di resistenza della UNI EN 338

I tipi di legname strutturale più comunemente usati in Italia, per i quali sono disponibili profili resistenti riconosciuti sono i seguenti: Abete rosso, Abete bianco, Larice, Pini, Castagno, Pioppo bianco (Gattice) e Quercia (Rovere e Farnia).

4. Sono conformi alla UNI EN 518 le seguenti regole di classificazione a vista utilizzate per i legnami strutturali italiani: Norma UNI 8198, Norma DIN 4074 Parte 1 e Parte 2, Regole IATF per il Castagno strutturale, Regole per la determinazione di carichi di sicurezza (tensioni ammissibili) e moduli di elasticità (Classificazione Giordano). Attualmente tutto il legname classificato conformemente alla UNI EN 519 (classificato a macchina) è im-

portato dall'estero; in questo caso l'Importatore sarà responsabile della conformità del prodotto alla Norma specificata.

5. Il metodo prevede l'uso di un igrometro elettrico tarato per la specie legnosa in esame, tale che in ciascuna misura l'errore non superi il 2% di umidità, usato conformemente alle istruzioni tecniche fornite dal fabbricante. Questo metodo non consente determinazioni affidabili per umidità del legno minori del 7% e maggiori del 28%.

6. Cfr. Norma Italiana UNI EN 336. Attenzione a non conteggiare erroneamente due volte questa maggiorazione (una prima volta da parte del Committente e una seconda volta da parte del Fornitore).

7. Caso pratico: una trave di sezione nominale 24x30 cm dovrà essere segata, se allo stato fresco, con sezione effettiva pari a 24,6 x 30,8 cm; se invece la segazione avviene con il legno già parzialmente stagionato, ad es. umedia= 24%, la sezione effettiva dovrà essere pari a 24,2 x 30,3 cm.

8. Cfr. Norma Italiana UNI EN 335 ed UNI EN 350-2

9. N.B. In certi casi possono essere controproducenti anche umidità relativamente troppo basse rispetto all'umidità tendenziale di equilibrio in opera, ad es. se non si tiene conto del rigonfiamento volumetrico del materiale.

10. Il legname relativamente umido, con la stagionatura, diminuirà certamente di volume (ritiro). Le eventuali deformazioni e fessurazioni conseguenti al ritiro sono solo stimabili in sede di classificazione.

11. Il criterio illustrato regola anche la rastremazione massima ammessa per un elemento: ad es. una trave di sezione nominale 30x40 cm e di lunghezza 6 metri potrà avere una sezione alla base non maggiore di 30,9x41,2 cm.

NOTE



Figura 4. Impalcato di un ponte di II Cat. realizzato con travi di Larice classificate secondo la resistenza, solidarizzate lateralmente mediante tiranti di acciaio muniti di dispositivi elastici di recupero delle variazioni dimensionali del legno indotte dallo stato igrometrico del materiale.

Principale differenza concettuale nella classificazione del legname rispetto ad altri materiali da costruzione

A differenza di quanto accade per materiali da costruzione quali l'acciaio e il cls, per i quali di norma si determinano tensioni *medie* di rottura o (per l'acciaio) di snervamento sufficientemente approssimate e affidabili, eseguendo prove meccaniche su un ridotto numero di provini e caratterizzando così appunto il *tipo di materiale*, per il legname da costruzione ciò che deve essere caratterizzato è l'*elemento portante* (ad es. la trave, il puntone, la catena, il canchero, ecc.) nella sua complessità strutturale derivante dalla sua origine biologica.

In altre parole, non è mai lecito attribuire ad una trave, sebbene accuratamente identificata per specie legnosa, provenienza e difettosità, le resistenze ottenute sottoponendo a rottura provini piccoli e netti dello stesso legno, oppure anche segati genericamente *simili* (ad es. della stessa specie e appartenenti ad uno stesso lotto). Impediscono questo approccio tutta una serie di fattori fra i quali basti qui ricordare i due principali: bassi coefficienti di correlazione fra difettosità dell'elemento e resistenze; forma asimmetrica della distribuzione di frequenza delle varie resistenze (a flessione, a compressione, a trazione, ecc.); una forma che non è riconducibile alla curva gaussiana normalmente adottata per gli altri materiali (si tratta in genere di una Weibull a 3 parametri).

Pertanto, la moderna tecnica delle costruzioni di legno prevede che i segati destinati all'uso strutturale siano *tutti* esaminati singolarmente e, in base a questo esame, vengano assegnati (con marcatura del pezzo!) a una delle categorie previste dalle normative in vigore nei vari Paesi. Questa assegnazione comporta l'attribuzione al segato stesso (e quindi all'*elemento*, non al *materiale*) di una serie di valori per le diverse proprietà meccaniche. Tali valori potranno, in certi casi, assumere la forma *convenzionale* di tensioni di rottura, ma non è affatto detto che il segato al quale i valori sono così attribuiti debba in media cedere proprio in corrispondenza di tali valori: il sistema prevede al contrario un'elevata probabilità (circa il 95% dei casi) che le tensioni attribuite vengano di fatto superate dall'elemento così classificato.

Le tensioni di rottura convenzionali assumono pertanto il significato di *valori minimi garantiti* (o, come si dice più propriamente, *valori caratteristici*) attribuibili a ciascun elemento ligneo classificato in una data categoria di qualità strutturale, permettendo così di superare le incertezze che deriverebbero dalla non realistica pretesa di stimare puntualmente le proprietà di ogni singola trave a partire dalle proprietà del legno che lo costituisce. La combinazione fra classificazione su ogni elemento e attribuzione di prestazioni prudenziali, rende ragione dei coefficienti parziali di sicurezza "sorprendentemente" bassi indicati dalle moderne regole per il dimensionamento di edifici a struttura portante lignea (EC5).



Criteria di accettazione del legname

Saranno accettati solo quegli elementi che soddisfino tutti i requisiti tecnici di seguito riportati, nonché gli eventuali requisiti speciali concordati tra Fornitore e Committente (stazione appaltante, D.L., ecc.).

Caratteristiche fisico-meccaniche Ai fini dell'accettazione, ciascun elemento deve rientrare nella categoria precisata dal Committente, oppure in una categoria superiore.

Umidità Ai fini dell'accettazione, l'umidità di ogni singolo elemento non dovrà superare l'umidità max. ammissibile sotto riportata ⁹.

Per ciascuna Classe di servizio, ai fini dell'accettazione del legname, sono attribuite le seguenti umidità max. ammissibili:

■ **Classe di servizio 1** (legname equilibrato a umidità corrispondente a condizioni di temperatura di 20 °C e umidità relativa dell'aria circostante che supera il 65% soltanto per alcune settimane in un anno): umidità max. ammissibile = 16%

■ **Classe di servizio 2** (legname equilibrato a umidità corrispondente a condizioni di temperatura di 20 °C e umidità relativa dell'aria circostante che supera l'80% soltanto per alcune settimane in un anno): umidità max. ammissibile = 20%

■ **Classe di servizio 3** (qualsiasi condizione climatica che dia luogo a umidità del legno più elevate delle precedenti): nessuna limitazione di umidità del legno, purché il materiale fino al momento della con-

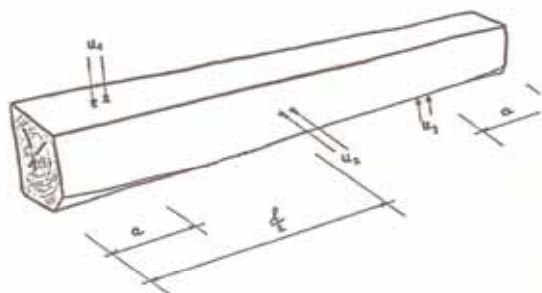
Figura 2. Morali di Larice classificati secondo le resistenze meccaniche.

segna sia stato immagazzinato e trasportato in modo da consentire la sua continua ed efficace ventilazione. Qualora gli accordi prevedano la fornitura di legname a umidità maggiori di quelle sopra precisate, non potranno essere prese in considerazione successive contestazioni relative a variazioni nella qualità del legname riconducibili direttamente o indirettamente al naturale e inevitabile processo di adeguamento dell'umidità stessa alle condizioni di esercizio¹⁰.

Caratteristiche geometriche Salvo espliciti diversi accordi tra Fornitore e Committente:

- l'elemento ligneo dovrà avere sezione costante per tutta la lunghezza, salvo le tolleranze ammesse per gli smussi (v. caratteristiche fisico-meccaniche); la sezione si considera costante se gli scostamenti massimi nelle dimensioni trasversali (larghezza e altezza) sono minori dell'1%, in un qualsiasi tratto di lunghezza pari a 2 metri, rispetto alle dimensioni della sezione mediana del tratto considerato¹¹
- le superfici lavorate dell'elemento (esclusi quindi gli eventuali smussi) devono essere piane e regolari; è sufficiente affinché il criterio si consideri soddisfatto che le lavorazioni siano state eseguite con la normale diligenza utilizzando macchine segatrici o piallatrici ben regolate, di dimensioni e rigidità adeguate alle dimensioni dell'elemento, provviste di utensili taglienti appropriati e ben affilati.

Figura 3 (foto in alto). Graticcio dei fondali sospeso a circa 20 metri d'altezza al di sopra di un palcoscenico teatrale: i circa 1200 elementi lignei, classificati singolarmente secondo la resistenza, devono sopportare sia il peso delle scene e dei sipari, sia il carico concentrato derivante dal passaggio degli attrezzisti.



Esempio di misurazione dell'umidità di un elemento

Ai fini del collaudo per accettazione di una fornitura, la misurazione dell'umidità si effettua mediante un idoneo misuratore elettrico di umidità del legno opportunamente tarato per la specie legnosa e per la temperatura cui la misura viene effettuata, infiggendo gli elettrodi (obbligatoriamente del tipo "a gambo isolato") secondo le modalità indicate dal fabbricante dello strumento, fino alle profondità di seguito specificate.

u_{media} : definita come la media di tre misurazioni di umidità effettuate rispettivamente a metà lunghezza ($l/2$) e alla distanza a pari a circa 1 metro da ciascuna estremità, infiggendo ogni volta gli elettrodi su una faccia diversa del pezzo fino a $1/3$ dello spessore del legno

$$u_{media} = \frac{u_1 + u_2 + u_3}{3}$$

Riferimenti normativi Nell'elenco che segue sono presenti riferimenti datati e non datati. Per questi ultimi, il riferimento si intende alla versione più recente della norma.

DIN 1052 "Holzbauwerke – Berechnung und Ausführung" 1988

DIN 4074 "Sortierung von Nadelholz nach der Tragfähigkeit – Nadelholz – Teil 1" - 1989

UNI 8198 "Segati di conifere – Classificazione in base alla resistenza meccanica"

UNI 9091 "Legno – Determinazione dell'umidità – Parte 1: Metodo elettrico" - 1987

UNI ENV 1995-1-1 "Eurocodice 5: Progettazione delle strutture di legno – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici"

UNI ENV 1995-1-2 "Eurocodice 5: Progettazione delle strutture di legno – Parte 1-2: Regole generali per la progettazione strutturale contro il fuoco"

UNI EN 336 "Legno strutturale – Conifere e Pioppo – Dimensioni, scostamenti ammissibili" - 1997

UNI EN 338 "Legno strutturale – Classi di resistenza" - 1997

UNI EN 384 "Legno strutturale – Determinazione dei valori caratteristici delle proprietà meccaniche e della massa volumica" - 1997

UNI EN 386 "Legno lamellare incollato – Requisiti prestazionali e requisiti minimi di produzione" - 1997

UNI EN 408 "Strutture di legno – Legno strutturale e legno lamellare incollato – Determinazione di alcune proprietà fisiche e meccaniche" - 1997

UNI EN 518 "Legno strutturale – Classificazione – Requisiti per le norme di classificazione secondo la resistenza" - 1997

UNI EN 519 "Legno strutturale – Classificazione – Requisiti per il legno classificato a macchina secondo la resistenza e per le macchine classificatrici" - 1997

UNI EN 1912 "Legno strutturale – Classi di resistenza – Assegnazione delle categorie visuali e specie legnose"

UNI EN 1193 "Strutture di legno – Legno strutturale e legno lamellare incollato – Determinazione della resistenza a taglio e delle proprietà meccaniche perpendicolari alla fibratura" - 1997