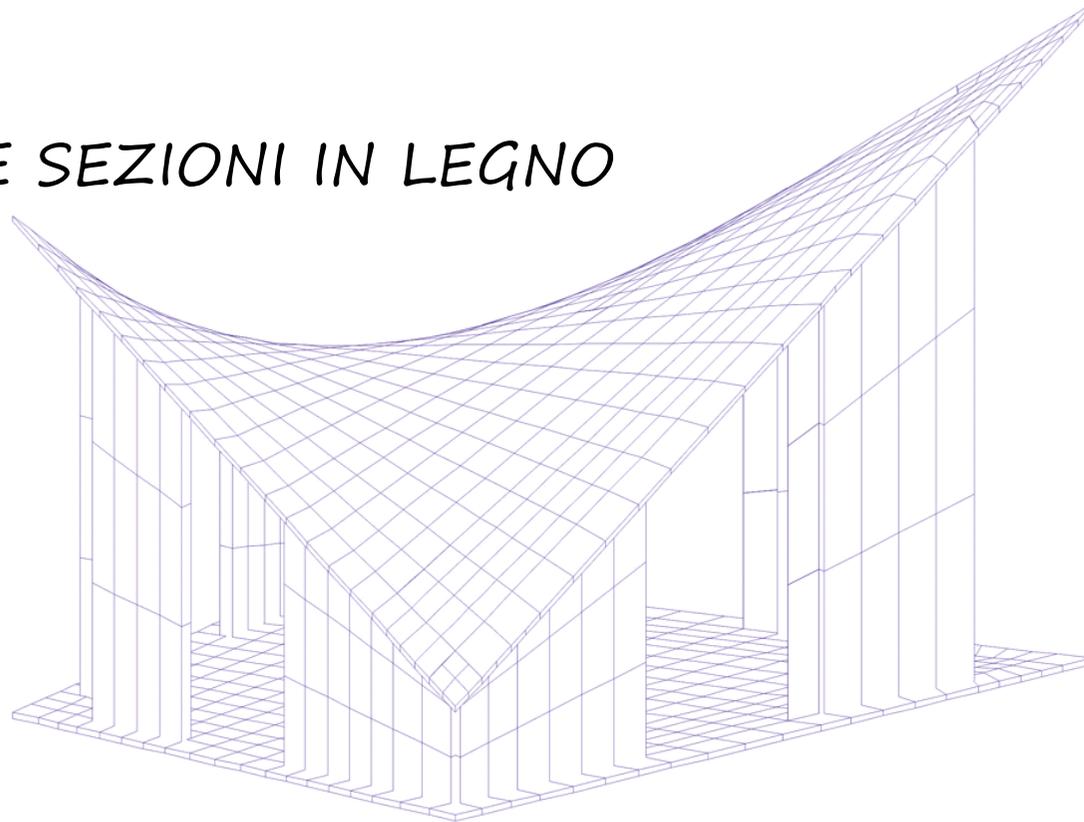




Software Tecnico Scientifico

VERIFICHE SEZIONI IN LEGNO



Horae *Software per la Progettazione Architettonica e Strutturale*

Rivenditore autorizzato STS, via Romana 21 – Perugia - tel 075/5003198 – mob. 329/9434130 - mail: horae@horae.it – skype: [horaesr12345](https://www.skype.com/name/horaesr12345)

COSTRUZIONI IN LEGNO

C4.4.4 CLASSI DI DURATA DEL CARICO

Il comportamento reologico del materiale ha un effetto diretto sulla resistenza e sulla deformazione del legno. A differenza di quanto accade per altri materiali da costruzione è quindi di fondamentale importanza tener conto della correlazione esistente tra il tempo di permanenza dell'azione sulla struttura e le caratteristiche di resistenza e deformabilità del materiale.

Horae Software per la Progettazione Architettonica e Strutturale

Rivenditore autorizzato STS, via Romana 21 – Perugia - tel 075/5003198 – mob. 329/9434130 - mail: horae@horae.it – skype: [horaesr12345](https://www.skype.com/name/horaesr12345)

4.4.4 CLASSI DI DURATA DEL CARICO

Le azioni di calcolo devono essere assegnate ad una delle classi di durata del carico elencate nella Tab. 4.4.I

Tabella 4.4.I - *Classi di durata del carico*

Classe di durata del carico	Durata del carico
Permanente	più di 10 anni
Lunga durata	6 mesi -10 anni
Media durata	1 settimana – 6 mesi
Breve durata	meno di 1 settimana
Istantaneo	--

Le classi di durata del carico si riferiscono a un carico costante attivo per un certo periodo di tempo nella vita della struttura. Per un'azione variabile la classe appropriata deve essere determinata in funzione dell'interazione fra la variazione temporale tipica del carico nel tempo e le proprietà reologiche dei materiali.

Ai fini del calcolo in genere si può assumere quanto segue:

- il peso proprio e i carichi non rimovibili durante il normale esercizio della struttura, appartengono alla classe di durata permanente;
- i carichi permanenti suscettibili di cambiamenti durante il normale esercizio della struttura e i carichi variabili relativi a magazzini e depositi, appartengono alla classe di lunga durata;
- i carichi variabili degli edifici, ad eccezione di quelli relativi a magazzini e depositi, appartengono alla classe di media durata;
- il sovraccarico da neve riferito al suolo q_{sk} , calcolato in uno specifico sito ad una certa altitudine, è da considerare in relazione alle caratteristiche del sito;
- l'azione del vento e le azioni eccezionali in genere, appartengono alla classe di durata istantanea.

Horae Software per la Progettazione Architettonica e Strutturale

Rivenditore autorizzato STS, via Romana 21 – Perugia - tel 075/5003198 – mob. 329/9434130 - mail: horae@horae.it – skype: [horaesr12345](https://www.skype.com/name/horaesr12345)

C4.4.5 CLASSI DI SERVIZIO

Per tener conto della sensibilità del legno alle variazioni di umidità e dell'influenza di questa sulle caratteristiche di resistenza e di deformabilità, si definiscono tre classi di servizio.

A scopo esemplificativo:

- nella classe di servizio 1, che corrisponde a un ambiente con temperatura di 20°C e un'umidità relativa dell'aria non superiore al 65% (§4.4.5), l'umidità media nella maggior parte dei legni di conifera normalmente non eccede il 12%;
- nella classe di servizio 2, che corrisponde a un ambiente con temperatura di 20°C e un'umidità relativa dell'aria non superiore al 85% (§4.4.5), l'umidità media nella maggior parte dei legni di conifera normalmente non eccede il 20%;
- nella classe di servizio 3 rientrano tutti i legnami esposti a condizioni climatiche che comportano umidità più elevate di quelle della classe di servizio 2. In questa classe possono rientrare i materiali legnosi per i quali non sono disponibili dati attendibili.

Horae *Software per la Progettazione Architettonica e Strutturale*

Rivenditore autorizzato STS, via Romana 21 – Perugia - tel 075/5003198 – mob. 329/9434130 - mail: horae@horae.it – skype: [horaesr12345](https://www.skype.com/name/horaesr12345)

4.4.6 RESISTENZA DI CALCOLO

La durata del carico e l'umidità del legno influiscono sulle proprietà resistenti del legno. I valori di calcolo per le proprietà del materiale a partire dai valori caratteristici si assegnano quindi con riferimento combinato alle classi di servizio e alle classi di durata del carico.

Il valore di calcolo X_d di una proprietà del materiale (o della resistenza di un collegamento) viene calcolato mediante la relazione:

$$X_d = \frac{k_{\text{mod}} X_k}{\gamma_M} \quad (4.4.1)$$

dove:

- X_k è il valore caratteristico della proprietà del materiale, come specificato al § 11.7, o della resistenza del collegamento. Il valore caratteristico X_k può anche essere determinato mediante prove sperimentali sulla base di prove svolte in condizioni definite dalle norme europee applicabili;
- γ_M è il coefficiente parziale di sicurezza relativo al materiale, i cui valori sono riportati nella Tab. 4.4.III;
- k_{mod} è un coefficiente correttivo che tiene conto dell'effetto, sui parametri di resistenza, sia della durata del carico sia dell'umidità della struttura. I valori di k_{mod} sono forniti nella Tab. 4.4.IV. Se una combinazione di carico comprende azioni appartenenti a differenti classi di durata del carico si dovrà scegliere un valore di k_{mod} che corrisponde all'azione di minor durata.

Horae Software per la Progettazione Architettonica e Strutturale

Rivenditore autorizzato STS, via Romana 21 – Perugia - tel 075/5003198 – mob. 329/9434130 - mail: horae@horae.it – skype: [horaesr12345](https://www.skype.com/name/horaesr12345)

C.D.S. x Windows

Profili semplici Profili accoppiati PrefabbrCA Rit.Menu' Fin. ?

Navigator

Sf./Corr. | Crea |

MATERIALI PER LEGNO

Tipologia: 1

Resistenze (N/mm²)

Classe Legno : GL24h

Flessione fmk: 24

Trazione ft0k: 16.5

Compress fc0k: 24

Taglio fvk: 2.7

Rigidzze (kN/mm²)

Mod.medio E0: 11.6

Mod.car E0,05: 9.4

Mod.TgMedio G: .72

Dens. (kg/mc): 380

Classe Serv. : 2

Coeff. Kdef : .8

Lung/Sp. lim.: 250

OK < > EXIT

PIATTI

Numerazione

Sezione N.ro: 936

Des	Legno
b mm	200
s mm	300
Tipo mat	101

Mostra Help Dato Attivo

Tipo mat

Numero del materiale nel relativo archivio. 1 - 100 : Acciaio 101 - 200 : Legno 201 - 300 : Materiale Generico

OK PgUp PgDw Abort

X:597.39 Y:126.74 NUM

Horae Software per la Progettazione Architettonica e Strutturale

Rivenditore autorizzato STS, via Romana 21 – Perugia - tel 075/5003198 – mob. 329/9434130 - mail: horae@horae.it – skype: [horaesr12345](https://www.skype.com/name/horaesr12345)

Tabella 4.4.III - Coefficienti parziali γ_M per le proprietà dei materiali

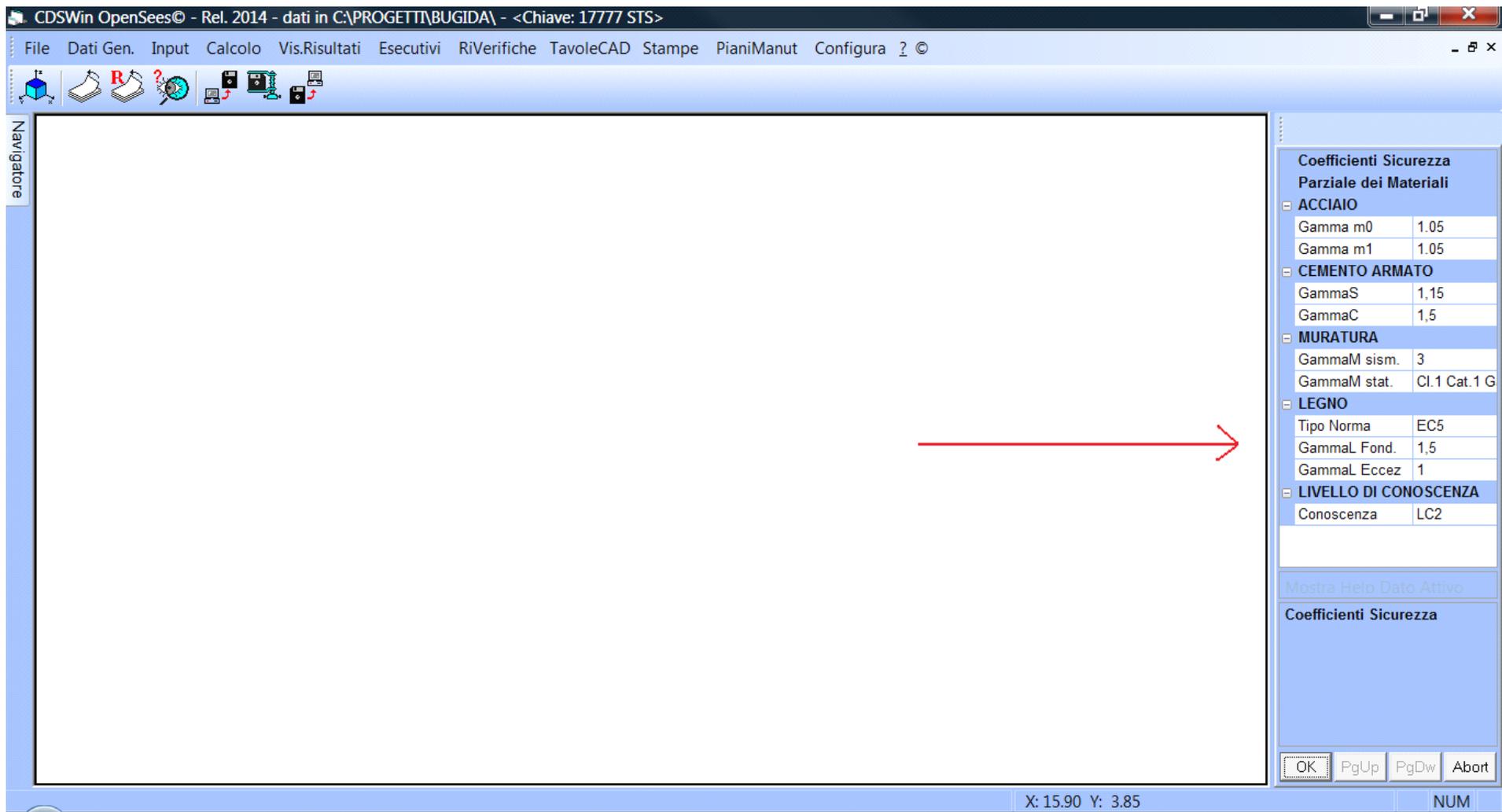
Stati limite ultimi	γ_M
- combinazioni fondamentali	
legno massiccio	1,50
legno lamellare incollato	1,45
pannelli di particelle o di fibre	1,50
compensato, pannelli di scaglie orientate	1,40
unioni	1,50
- combinazioni eccezionali	1,00

Tabella 4.4.IV - Valori di k_{mod} per legno e prodotti strutturali a base di legno

Materiale	Riferimento	Classe di servizio	Classe di durata del carico				
			Permanente	Lunga	Media	Breve	Istantanea
Legno massiccio Legno lamellare incollato	EN 14081-1 EN 14080	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90

Horae Software per la Progettazione Architettonica e Strutturale

Rivenditore autorizzato STS, via Romana 21 – Perugia - tel 075/5003198 – mob. 329/9434130 - mail: horae@horae.it – skype: [horaesr12345](https://www.skype.com/name/horaesr12345)



Horae Software per la Progettazione Architettonica e Strutturale

Rivenditore autorizzato STS, via Romana 21 – Perugia - tel 075/5003198 – mob. 329/9434130 - mail: horae@horae.it – skype: [horaesr12345](https://www.skype.com/partners/horaesr12345)

4.4.7 STATI LIMITE DI ESERCIZIO

Le deformazioni di una struttura, dovute agli effetti delle azioni applicate, degli stati di coazione, delle variazioni di umidità e degli scorrimenti nelle unioni, devono essere contenute entro limiti accettabili, sia in relazione ai danni che possono essere indotti ai materiali di rivestimento, ai pavimenti, alle tramezzature e, più in generale, alle finiture, sia in relazione ai requisiti estetici ed alla funzionalità dell'opera.

In generale nella valutazione delle deformazioni delle strutture si deve tener conto della deformabilità dei collegamenti.

Considerando il particolare comportamento reologico del legno e dei materiali derivati dal legno, si devono valutare sia la deformazione istantanea sia la deformazione a lungo termine.

La deformazione istantanea si calcola usando i valori medi dei moduli elastici per le membrature e il valore istantaneo del modulo di scorrimento dei collegamenti.

La deformazione a lungo termine può essere calcolata utilizzando i valori medi dei moduli elastici ridotti opportunamente mediante il fattore $1/(1+k_{def})$, per le membrature, e utilizzando un valore ridotto nello stesso modo del modulo di scorrimento dei collegamenti.

Il coefficiente k_{def} tiene conto dell'aumento di deformabilità con il tempo causato dall'effetto combinato della viscosità e dell'umidità del materiale. I valori di k_{def} sono riportati nella Tab. 4.4.V.

Tabella 4.4.V - Valori di k_{def} per legno e prodotti strutturali a base di legno

Materiale	Riferimento	Classe di servizio		
		1	2	3
Legno massiccio	EN 14081-1	0,60	0,80	2,00
Legno lamellare incollato	EN 14080	0,60	0,80	2,00

Horae Software per la Progettazione Architettonica e Strutturale

Rivenditore autorizzato STS, via Romana 21 – Perugia - tel 075/5003198 – mob. 329/9434130 - mail: horae@horae.it – skype: [horaesr12345](https://www.skype.com/name/horaesr12345)

C.D.S. x Windows

Profili semplici Profili accoppiati PrefabbrCA Rit.Menu' Fin. 2

Navigator

Sf./Corr. Crea

MATERIALI PER LEGNO

Tipologia: 1

Resistenze (N/mm²)

Classe Legno : GL24h

Flessione fmk: 24

Trazione ft0k: 16.5

Compress fc0k: 24

Taglio fvk: 2.7

Ricidzze (kN/mm²)

Mod.medio E0: 11.6

Mod.car E0,05: 9.4

Mod.TgMedio G: .72

Dens. (kg/mc): 380

Classe Serv. : 2

Coeff. Kdef : .8

Lung/Sp. lim.: 250

OK < > EXIT

PIATTI

Numerazione

Sezione N.ro: 936

Des	Legno
b mm	200
s mm	300
Tipo mat	101

X:597.39 Y:126.74 NUM

Horae Software per la Progettazione Architettonica e Strutturale

Rivenditore autorizzato STS, via Romana 21 – Perugia - tel 075/5003198 – mob. 329/9434130 - mail: horae@horae.it – skype: [horaesr12345](https://www.skype.com/name/horaesr12345)

2.2.3 Serviceability limit states

(1)P The deformation of a structure which results from the effects of actions (such as axial and shear forces, bending moments and joint slip) and from moisture shall remain within appropriate limits, having regard to the possibility of damage to surfacing materials, ceilings, floors, partitions and finishes, and to the functional needs as well as any appearance requirements.

(2) The instantaneous deformation, u_{inst} , under an action should be calculated using mean values of the appropriate moduli of elasticity, shear moduli and slip moduli.

(3) The final deformation for each action, u_{fin} , for members and connections should be calculated as:

– for permanent actions

$$u_{fin} = u_{inst} + u_{creep} = u_{inst} (1 + k_{def}) \quad (2.2)$$

– for quasi-permanent actions

$$u_{fin} = u_{inst} + u_{creep} = u_{inst} (1 + \psi_2 k_{def}) \quad (2.3)$$

where:

u_{inst} is the instantaneous deformation, see also Figure 7.1;

u_{creep} is the creep deformation, see also Figure 7.1;

ψ_2 is the factor for the quasi-permanent value of a variable action;

k_{def} is given in Table 3.2 for timber and wood-based materials, and in 2.3.2.2(2) and 2.3.2.2(3) for connections

Horae Software per la Progettazione Architettonica e Strutturale

Rivenditore autorizzato STS, via Romana 21 – Perugia - tel 075/5003198 – mob. 329/9434130 - mail: horae@horae.it – skype: [horaesr12345](https://www.skype.com/en/contacts/horae/horae)

4.4.8.1.6 Flessione

Devono essere soddisfatte entrambe le condizioni seguenti:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (4.4.5a)$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (4.4.5b)$$

dove:

$\sigma_{m,y,d}$ e $\sigma_{m,z,d}$ sono le tensioni di calcolo massime per flessione rispettivamente nei piani xz e xy determinate assumendo una distribuzione elastico lineare delle tensioni sulla sezione (vedi Fig. 4.4.1);

$f_{m,y,d}$ e $f_{m,z,d}$ sono le corrispondenti resistenze di calcolo a flessione, determinate tenendo conto anche delle dimensioni della sezione trasversale mediante il coefficiente k_h , come definito al § 11.7.1.1.

I valori da adottare per il coefficiente k_m , che tiene conto convenzionalmente della redistribuzione delle tensioni e della disomogeneità del materiale nella sezione trasversale, sono:

- $k_m = 0,7$ per sezioni trasversali rettangolari;
- $k_m = 1,0$ per altre sezioni trasversali.

Deve essere inoltre effettuata la verifica di instabilità allo svergolamento (flesso-torsionale) per gli elementi inflessi, come definita al § 4.4.8.2.1.

Horae Software per la Progettazione Architettonica e Strutturale

Rivenditore autorizzato STS, via Romana 21 – Perugia - tel 075/5003198 – mob. 329/9434130 - mail: horae@horae.it – skype: [horaesr12345](https://www.skype.com/name/horaesr12345)

4.4.8.1.7 *Tensoflessione*

Nel caso di sforzo normale di trazione accompagnato da sollecitazioni di flessione attorno ai due assi principali dell'elemento strutturale, devono essere soddisfatte entrambe le seguenti condizioni:

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1, \quad (4.4.6a)$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1. \quad (4.4.6b)$$

I valori di k_m da utilizzare sono quelli riportati al § 4.4.8.1.6.

Deve essere inoltre effettuata la verifica di instabilità allo svergolamento (flesso-torsionale) per gli elementi inflessi, come definita al § 4.4.8.2.1.

Horae Software per la Progettazione Architettonica e Strutturale

Rivenditore autorizzato STS, via Romana 21 – Perugia - tel 075/5003198 – mob. 329/9434130 - mail: horae@horae.it – skype: [horaesr12345](https://www.skype.com/name/horaesr12345)

4.4.8.1.8 Pressoflessione

Nel caso di sforzo normale di compressione accompagnato da sollecitazioni di flessione attorno ai due assi principali dell'elemento strutturale, devono essere soddisfatte entrambe le seguenti condizioni:

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad , \quad (4.4.7a)$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad . \quad (4.4.7b)$$

I valori di k_m da utilizzare sono quelli riportati al precedente § 4.4.8.1.6.

Devono essere inoltre effettuate le verifiche di instabilità, come definite al § 4.4.8.2.2.

Horae Software per la Progettazione Architettonica e Strutturale

Rivenditore autorizzato STS, via Romana 21 – Perugia - tel 075/5003198 – mob. 329/9434130 - mail: horae@horae.it – skype: [horaesr12345](https://www.skype.com/name/horaesr12345)

4.4.8.1.9 Taglio

Deve essere soddisfatta la condizione:

$$\tau_d \leq f_{v,d} \quad (4.4.8)$$

dove: τ_d è la tensione massima tangenziale di calcolo, valutata secondo la teoria di Jourawski;

$f_{v,d}$ è la corrispondente resistenza di calcolo a taglio.

Alle estremità della trave si potrà effettuare la verifica sopra indicata valutando in modo convenzionale τ_d , considerando nullo, ai fini del calcolo dello sforzo di taglio di estremità, il contributo di eventuali forze agenti all'interno del tratto di lunghezza pari all'altezza h della trave, misurato a partire dal bordo interno dell'appoggio, o all'altezza effettiva ridotta h_{eff} nel caso di travi con intagli.

Per la verifica di travi con intagli o rastremazioni di estremità si farà riferimento a normative di comprovata validità.

La resistenza a taglio per rotolamento delle fibre (rolling shear) si può assumere non maggiore di due volte la resistenza a trazione in direzione ortogonale alla fibratura.

Horae Software per la Progettazione Architettonica e Strutturale

Rivenditore autorizzato STS, via Romana 21 – Perugia - tel 075/5003198 – mob. 329/9434130 - mail: horae@horae.it – skype: [horaesr12345](https://www.skype.com/name/horaesr12345)

4.4.8.1.10 Torsione

Deve essere soddisfatta la condizione:

$$\tau_{\text{tor,d}} \leq k_{\text{sh}} f_{\text{v,d}} \quad (4.4.9)$$

dove: $\tau_{\text{tor,d}}$ è la tensione massima tangenziale di calcolo per torsione;

k_{sh} è un coefficiente che tiene conto della forma della sezione trasversale

$f_{\text{v,d}}$ è la resistenza di calcolo a taglio.

Per il coefficiente k_{sh} si possono assumere i valori:

$k_{\text{sh}} = 1,2$ per sezioni circolari piene;

$k_{\text{sh}} = 1 + 0,15 h/b \leq 2$ per sezioni rettangolari piene, di lati b e h , $b \leq h$;

$k_{\text{sh}} = 1$ per altri tipi di sezione.

4.4.8.1.11 Taglio e Torsione

Nel caso di torsione accompagnata da taglio si può eseguire una verifica combinata adottando la formula di interazione:

$$\frac{\tau_{\text{tor,d}}}{k_{\text{sh}} f_{\text{v,d}}} + \left(\frac{\tau_{\text{d}}}{f_{\text{v,d}}} \right)^2 \leq 1, \quad (4.4.10)$$

ove il significato dei simboli è quello riportato nei paragrafi corrispondenti alle verifiche a taglio e a torsione.

Horae Software per la Progettazione Architettonica e Strutturale

Rivenditore autorizzato STS, via Romana 21 – Perugia - tel 075/5003198 – mob. 329/9434130 - mail: horae@horae.it – skype: [horaesr12345](https://www.skype.com/name/horaesr12345)

4.4.8.2.1 Elementi inflessi (instabilità di trave)

Nel caso di flessione semplice, con momento flettente agente attorno all'asse forte y della sezione (cioè nel piano ortogonale a quello di possibile svergolamento), con riferimento alla tensione dovuta al massimo momento agente nel tratto di trave compreso tra due successivi ritegni torsionali, deve essere soddisfatta la relazione:

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit,m} f_{m,d}} \leq 1, \quad (4.4.11)$$

$\sigma_{m,d}$ tensione di calcolo massima per flessione;

$k_{crit,m}$ coefficiente riduttivo di tensione critica per instabilità di trave, per tener conto della riduzione di resistenza dovuta allo sbandamento laterale;

$f_{m,d}$ resistenza di calcolo a flessione, determinata tenendo conto anche delle dimensioni della sezione trasversale mediante il coefficiente k_h .

Per travi aventi una deviazione laterale iniziale rispetto alla rettilineità nei limiti di accettabilità del prodotto, si possono assumere i seguenti valori del coefficiente di tensione critica $k_{crit,m}$

$$k_{crit,m} = \begin{cases} 1 & \text{per } \lambda_{rel,m} \leq 0,75 \\ 1,56 - 0,75\lambda_{rel,m} & \text{per } 0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4 \\ 1/\lambda_{rel,m}^2 & \text{per } 1,4 < \lambda_{rel,m} \end{cases} \quad (4.4.12)$$

Horae Software per la Progettazione Architettonica e Strutturale

Rivenditore autorizzato STS, via Romana 21 – Perugia - tel 075/5003198 – mob. 329/9434130 - mail: horae@horae.it – skype: [horaesr12345](https://www.skype.com/name/horaesr12345)

$\lambda_{rel,m} = \sqrt{f_{m,k} / \sigma_{m,crit}}$ snellezza relativa di trave;

$f_{m,k}$ resistenza caratteristica a flessione;

$\sigma_{m,crit}$ tensione critica per flessione calcolata secondo la teoria classica della stabilità, con i valori dei moduli elastici caratteristici (frattile 5%) $E_{0,05}$.

The critical bending stress should be taken as:

$$\sigma_{m,crit} = \frac{M_{y,crit}}{W_y} = \frac{\pi \sqrt{E_{0,05} I_z G_{0,05} I_{tor}}}{\ell_{ef} W_y} \longrightarrow (6.31)$$

where:

$E_{0,05}$ is the fifth percentile value of modulus of elasticity parallel to grain;

$G_{0,05}$ is the fifth percentile value of shear modulus parallel to grain;

I_z is the second moment of area about the weak axis z.

I_{tor} is the torsional moment of inertia;

ℓ_{ef} is the effective length of the beam, depending on the support conditions and the load configuration, according to Table 6.1;

W_y is the section modulus about the strong axis y.

Horae Software per la Progettazione Architettonica e Strutturale

Rivenditore autorizzato STS, via Romana 21 – Perugia - tel 075/5003198 – mob. 329/9434130 - mail: horae@horae.it – skype: [horaesr12345](https://www.skype.com/name/horaesr12345)

Table 6.1 – Effective length as a ratio of the span

Beam type	Loading type	ℓ_{ef}/ℓ^a
Simply supported	Constant moment	1,0
	Uniformly distributed load	0,9
	Concentrated force at the middle of the span	0,8
Cantilever	Uniformly distributed load	0,5
	Concentrated force at the free end	0,8

^a The ratio between the effective length ℓ_{ef} and the span ℓ is valid for a beam with torsionally restrained supports and loaded at the centre of gravity. If the load is applied at the compression edge of the beam, ℓ_{ef} should be increased by $2h$ and may be decreased by $0,5h$ for a load at the tension edge of the beam.

Horae *Software per la Progettazione Architettonica e Strutturale*

Rivenditore autorizzato STS, via Romana 21 – Perugia - tel 075/5003198 – mob. 329/9434130 - mail: horae@horae.it – skype: [horaesr12345](https://www.skype.com/name/horaesr12345)

4.4.8.2.2 Elementi compressi (instabilità di colonna)

Nel caso di asta soggetta solo a sforzo normale deve essere soddisfatta la condizione:

$$\frac{\sigma_{c,o,d}}{k_{crit,c} f_{c,o,d}} \leq 1, \quad (4.4.13)$$

- $\sigma_{c,o,d}$ tensione di compressione di calcolo per sforzo normale;
- $f_{c,o,d}$ resistenza di calcolo a compressione;
- $k_{crit,c}$ coefficiente riduttivo di tensione critica per instabilità di colonna valutato per il piano in cui assume il valore minimo.

Il coefficiente riduttivo $k_{crit,c}$ si calcola in funzione della snellezza relativa di colonna $\lambda_{rel,c}$, che vale:

$$\lambda_{rel,c} = \sqrt{\frac{f_{c,o,k}}{\sigma_{c,crit}}} = \frac{\lambda}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,o,k}}{E_{0,05}}}, \quad (4.4.14)$$

- $f_{c,o,k}$ resistenza caratteristica a compressione parallela alla fibratura;
- $\sigma_{c,crit}$ tensione critica calcolata secondo la teoria classica della stabilità, con i valori dei moduli elastici caratteristici (frattile 5%);
- λ snellezza dell'elemento strutturale valutata per il piano in cui essa assume il valore massimo.

Horae Software per la Progettazione Architettonica e Strutturale

Rivenditore autorizzato STS, via Romana 21 – Perugia - tel 075/5003198 – mob. 329/9434130 - mail: horae@horae.it – skype: [horaesr12345](https://www.skype.com/name/horaesr12345)

Quando $\lambda_{rel,c} \leq 0,3$ si deve porre $k_{crit,c} = 1$, altrimenti

$$k_{crit,c} = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel,c}^2}}, \quad (4.4.15)$$

con

$$k = 0,5 \left(1 + \beta_c (\lambda_{rel,c} - 0,3) + \lambda_{rel,c}^2 \right) \quad (4.4.16)$$

β_c coefficiente di imperfezione, che, se gli elementi rientrano nei limiti di rettilinearità definiti al § 4.4.15, può assumere i seguenti valori:

- per legno massiccio $\beta_c = 0,2$;
- per legno lamellare $\beta_c = 0,1$.

Horae Software per la Progettazione Architettonica e Strutturale

Rivenditore autorizzato STS, via Romana 21 – Perugia - tel 075/5003198 – mob. 329/9434130 - mail: horae@horae.it – skype: [horaesr12345](https://www.skype.com/name/horaesr12345)

4.4.8.2.1 Elementi inflessi (instabilità di trave)

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit,m} f_{m,d}} \leq 1, \quad (4.4.11)$$

4.4.8.2.2 Elementi compressi (instabilità di colonna)

$$\frac{\sigma_{c,o,d}}{k_{crit,c} f_{c,o,d}} \leq 1, \quad (4.4.13)$$



CNR-DT 206/2007

- $\sigma_{m,y,d}$ e $\sigma_{m,z,d}$ sono le tensioni di calcolo massime per flessione rispettivamente attorno agli assi y e z ;
- $f_{m,y,d}$ e $f_{m,z,d}$ sono le resistenze di calcolo a flessione, determinate tenendo conto anche delle dimensioni della sezione trasversale mediante il coefficiente k_h .

I valori da adottare per il coefficiente k_m sono quelli già riportati al punto 6.5.1.6 -.

Nel caso in cui agisca anche uno sforzo normale di trazione (aste tensoinflesse) e la sezione non risulti interamente tesa, devono essere soddisfatte le seguenti due condizioni:

$$\frac{\sigma_{t,o,d}}{f_{t,o,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit,m} f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad \frac{\sigma_{t,o,d}}{f_{t,o,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit,m} f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (6.27)$$

nelle quali:

- $\sigma_{t,o,d}$ è la tensione di calcolo per trazione;
- $f_{t,o,d}$ è la resistenza di calcolo a trazione, determinata tenendo conto anche delle dimensioni della sezione trasversale mediante il coefficiente k_h .

Nel caso in cui agisca anche uno sforzo normale di compressione (aste pressoinflesse), devono essere soddisfatte le verifiche riportate nel successivo punto 6.5.2.2 -.

Horae Software per la Progettazione Architettonica e Strutturale

Rivenditore autorizzato STS, via Romana 21 – Perugia - tel 075/5003198 – mob. 329/9434130 - mail: horae@horae.it – skype: [horaesr12345](https://www.skype.com/partners/horaesr12345)

6.5.2.3 - Elementi presso-inflessi (Instabilità composta di trave e di colonna)

Nel caso di uno stato composto di compressione e di flessione deviata, si può operare nel seguente modo.

Per l'asta pressoinflessa, nel caso in cui il problema dell'instabilità di trave sia trascurabile (cioè risulti $\lambda_{rel,m} \leq 0.75$), se $\lambda_{rel,c} \leq 0.3$ si possono seguire le prescrizioni di cui al punto 6.5.1.8 -.

Altrimenti, in tutti gli altri casi, dovranno essere soddisfatte le condizioni seguenti:

$$\frac{\sigma_{c,o,d}}{k_{crit,c} f_{c,o,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit,m} f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad \frac{\sigma_{c,o,d}}{k_{crit,c} f_{c,o,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit,m} f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (6.31)$$

nelle quali:

- $\sigma_{m,y,d}$ e $\sigma_{m,z,d}$ sono le tensioni di calcolo massime per flessione rispettivamente intorno agli assi y e z;
- $f_{m,y,d}$ e $f_{m,z,d}$ sono le resistenze di calcolo a flessione;
- k_m è il coefficiente di redistribuzione riportato al punto 6.5.1.6 -.

Nel caso di flessione agente in un solo piano (xz - Figura 6-1), si potrà utilizzare in alternativa la condizione seguente:

$$\frac{\sigma_{c,o,d}}{k_{crit,c} f_{c,o,d}} + \left(\frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit,m} f_{m,y,d}} \right)^2 \leq 1 \quad (6.32)$$

Horae Software per la Progettazione Architettonica e Strutturale

Rivenditore autorizzato STS, via Romana 21 – Perugia - tel 075/5003198 – mob. 329/9434130 - mail: horae@horae.it – skype: [horaesr12345](https://www.skype.com/name/horaesr12345)

STAMPA PROGETTO S.L.U. - LEGNO + VERIFICA S.L.E.

VERIFICHE ASTE IN LEGNO

DATI DI	Fili	Quota	Trat	Cmb	N Sd	MxSd	MySd	VxSd	VySd	T Sd	σ_n	σ_{Mx}	σ_{My}	τ_x	τ_y	τ_{Mt}	Rapp.	Rapp.
ASTA	N.ro	(m)	to	N.r	(kg)	(kg*m)	(kg*m)	(kg)	(kg)	(kg*m)				(kg/cmq)			Fless	Taglio
Sez.N.	936	1	3,00	1	-589	-937	0	0	1720	0	1	31	0	0	4	0	0,23	0,30
Legno	qn=	-623		1	-589	654	0	0	0	0	1	22	0	0	0	0	0,16	0,00
Asta:	3	2	3,00	1	-589	-937	0	0	-1720	0	1	31	0	0	4	0	0,23	0,30
Instab.:l=	370,0	$\beta^*l=$	259,0		-589	-937	0	KcC=0,92	KcM=1,00	Rx=0,25	Ry=0,18	Wmax/rel/lim=1,16			1,08	14,80	mm	

Horae Software per la Progettazione Architettonica e Strutturale

Rivenditore autorizzato STS, via Romana 21 – Perugia - tel 075/5003198 – mob. 329/9434130 - mail: horae@horae.it – skype: [horaesr12345](https://www.skype.com/name/horaesr12345)

11.7.1.1 Proprietà dei materiali

Si definiscono valori caratteristici di resistenza di un tipo di legno i valori del frattile 5% della distribuzione delle resistenze, ottenuti sulla base dei risultati di prove sperimentali effettuate con una durata di 300 secondi su provini all'umidità di equilibrio del legno corrispondente alla temperatura di $20 \pm 2^\circ\text{C}$ ed umidità relativa dell'aria del $65 \pm 5\%$.

Per il modulo elastico, si fa riferimento sia ai valori caratteristici di modulo elastico corrispondenti al frattile 5% sia ai valori medi, ottenuti nelle stesse condizioni di prova sopra specificate.

Si definisce massa volumica caratteristica il valore del frattile 5% della relativa distribuzione con massa e volume misurati in condizioni di umidità di equilibrio del legno alla temperatura di $20 \pm 2^\circ\text{C}$ ed umidità relativa dell'aria del $65 \pm 5\%$.

Il progetto e la verifica di strutture realizzate con legno massiccio, lamellare o con prodotti per uso strutturale derivati dal legno, richiedono la conoscenza dei valori di resistenza, modulo elastico e massa volumica costituenti il profilo resistente, che deve comprendere almeno quanto riportato nella Tab. 11.7.I.

Horae *Software per la Progettazione Architettonica e Strutturale*

Rivenditore autorizzato STS, via Romana 21 – Perugia - tel 075/5003198 – mob. 329/9434130 - mail: horae@horae.it – skype: [horaesr12345](https://www.skype.com/name/horaesr12345)

Per il legno massiccio, i valori caratteristici di resistenza, desunti da indagini sperimentali, sono riferiti a dimensioni standardizzate del secondo le norme pertinenti. In particolare, per la determinazione della resistenza a flessione l'altezza della sezione trasversale del campione di prova è pari a 150 mm, mentre per la determinazione della resistenza a trazione parallela alla fibratura, il lato maggiore della sezione trasversale del campione di prova è pari a 150 mm.

Pertanto, per elementi di legno massiccio sottoposti a flessione o a trazione parallela alla fibratura che presentino rispettivamente una altezza o il lato maggiore della sezione trasversale inferiore a 150 mm, i valori caratteristici $f_{m,k}$ e $f_{t,0,k}$, indicati nei profili resistenti, possono essere incrementati tramite il coefficiente moltiplicativo k_h , così definito:

$$k_h = \min \left\{ \left(\frac{150}{h} \right)^{0,2} ; 1,3 \right\} \quad (11.7.1)$$

essendo h , in millimetri, l'altezza della sezione trasversale dell'elemento inflesso oppure il lato maggiore della sezione trasversale dell'elemento sottoposto a trazione.

CDSWin, per le sezioni in legno massiccio, non considera questo incremento dei valori caratteristici delle resistenze.

Horae *Software per la Progettazione Architettonica e Strutturale*

Rivenditore autorizzato STS, via Romana 21 – Perugia - tel 075/5003198 – mob. 329/9434130 - mail: horae@horae.it – skype: [horaesr12345](https://www.skype.com/name/horaesr12345)

Per il legno lamellare incollato i valori caratteristici di resistenza, desunti da indagini sperimentali, sono riferiti a dimensioni standardizzate del campione di prova secondo le norme pertinenti. In particolare, per la determinazione della resistenza a flessione l'altezza della sezione trasversale del campione di prova è pari a 600 mm, mentre per la determinazione della resistenza a trazione parallela alla fibratura, il lato maggiore della sezione trasversale del provino è pari a 600 mm.

Di conseguenza, per elementi di legno lamellare sottoposti a flessione o a trazione parallela alla fibratura che presentino rispettivamente una altezza o il lato maggiore della sezione trasversale inferiore a 600 mm, i valori caratteristici $f_{m,k}$ e $f_{t,0,k}$, indicati nei profili resistenti, possono essere incrementati tramite il coefficiente moltiplicativo k_h , così definito:

$$k_h = \min \left\{ \left(\frac{600}{h} \right)^{0,1} ; 1,1 \right\} \quad (11.7.2)$$

essendo h , in millimetri, l'altezza della sezione trasversale dell'elemento inflesso oppure il lato maggiore della sezione trasversale dell'elemento sottoposto a trazione.

CDSWin, per le sezioni in legno lamellare, considera questo incremento dei valori caratteristici delle resistenze solo nelle verifiche di resistenza e non in quelle di instabilità.

Horae *Software per la Progettazione Architettonica e Strutturale*

Rivenditore autorizzato STS, via Romana 21 – Perugia - tel 075/5003198 – mob. 329/9434130 - mail: horae@horae.it – skype: [horaesr12345](https://www.skype.com/name/horaesr12345)



Software Tecnico Scientifico

Grazie per l'attenzione
per maggiori informazioni consultate

www.horae.it



Horae *Software per la Progettazione Architettonica e Strutturale*

Rivenditore autorizzato STS, via Romana 21 – Perugia - tel 075/5003198 – mob. 329/9434130 - mail: horae@horae.it – skype: [horaesr12345](https://www.skype.com/name/horaesr12345)