

Marco Boscolo Bielo

LEGNO STRUTTURALE

CALCOLI DI UTILIZZO CORRENTE NEL CAMPO
DELLE STRUTTURE IN LEGNO

Fogli elettronici compatibili con Excel e programmi free,
anche in ambiente Android per dispositivi mobili

Edizione ottobre 2015

 Legislazione Tecnica

© Copyright Legislazione Tecnica 2015

La riproduzione, l'adattamento totale o parziale, la riproduzione con qualsiasi mezzo, nonché la memorizzazione elettronica, sono riservati per tutti i paesi.

Finito di stampare nel mese di ottobre 2015 da
Stabilimento Tipolitografico Ugo Quintily S.p.A.
Viale Enrico Ortolani 149/151 - Zona industriale di Acilia - 00125 Roma

Legislazione Tecnica S.r.L.
00144 Roma, Via dell'Architettura 16

Servizio Clienti
Tel. 06/5921743 - Fax 06/5921068
servizio.clienti@legislazionetecnica.it

Portale informativo: www.legislazionetecnica.it
Shop: ltshop.legislazionetecnica.it

I contenuti e le soluzioni tecniche proposte sono espressioni dell'esperienza maturata nel corso degli anni dall'Autore. Esse possono quindi soltanto essere fatte proprie dal lettore, o semplicemente rigettate, ed hanno l'intento di indirizzare e supportare il progettista nella scelta della soluzione che maggiormente si adatta alla situazione oggetto di analisi. Rimane pertanto a carico del progettista la selezione della soluzione da adottare e le conseguenti analisi e dimensionamenti dei componenti.

I fogli di calcolo forniti in aggiunta al volume sono stati elaborati e ricontrollati con scrupolosa cura, e tuttavia sono sempre possibili omissioni ed errori.

Il lettore utilizza il contenuto del testo a proprio rischio, ritenendo indenne l'Editore e gli Autori da qualsiasi pretesa risarcitoria.

INDICE

PRESENTAZIONE	9
---------------------	---

SCHEDA 1

TRAZIONE PARALLELA ALLE FIBRE (SLU)

1.1 Formule generali	13
1.2 Applicazioni	15
1.3 Utilizzo del foglio di calcolo	23

SCHEDA 2

COMPRESSIONE PARALLELA ALLE FIBRE (SLU)

2.1 Formule generali	25
2.2 Applicazioni	27
2.3 Utilizzo del foglio di calcolo	37

SCHEDA 3

COMPRESSIONE PERPENDICOLARE ALLE FIBRE (SLU)

3.1 Formule generali	39
3.2 Applicazioni	40
3.3 Utilizzo del foglio di calcolo	46

SCHEDA 4

COMPRESSIONE INCLINATA RISPETTO ALLA FIBRATURA

4.1 Formule generali	47
4.2 Applicazione	48
4.3 Utilizzo del foglio di calcolo	51

SCHEDA 5

INSTABILITÀ PER CARICO DI PUNTA (SLU)

5.1 Formule generali	53
5.2 Applicazioni	55
5.3 Utilizzo del foglio di calcolo	60

SCHEDA 6

FLESSIONE RETTA ED INSTABILITÀ FLESSO-TORSIONALE (SLU)

6.1 Formule generali	63
6.2 Applicazioni	67
6.3 Utilizzo del foglio di calcolo	73

SCHEDA 7

FLESSIONE DEVIATA (SLU)

7.1 Formule generali	75
7.2 Applicazioni	76
7.3 Utilizzo del foglio di calcolo	79

SCHEDA 8

TENSOFLESSIONE (SLU)

8.1 Formule generali	81
8.2 Applicazioni	82
8.3 Utilizzo del foglio di calcolo	90

SCHEDA 9

PRESSOFLESSIONE SECONDO EC5 (SLU)

9.1 Formule generali	91
9.2 Applicazioni	92
9.3 Utilizzo del foglio di calcolo	96

SCHEDA 10

TAGLIO (SLU)

10.1 Formule generali	99
10.2 Applicazioni	100
10.3 Utilizzo del foglio di calcolo	102

SCHEDA 11

TORSIONE (SLU)

11.1 Formule generali	105
11.2 Applicazioni	106
11.3 Utilizzo del foglio di calcolo	108

SCHEDA 12

TAGLIO E TORSIONE (SLU)

12.1 Formule generali	111
12.2 Applicazioni	111
12.3 Utilizzo del foglio di calcolo	113

SCHEDA 13

ABBASSAMENTI NELLE TRAVI INFLESSE (SLE)

13.1 Formule generali	115
13.2 Applicazioni	118
13.3 Utilizzo del foglio di calcolo	138

SCHEDA 14

SOLAI IN LEGNO

14.1 Dati	141
14.2 Attribuzione della durata dei carichi e della classe di servizio	141
14.3 Verifica a flessione (SLU)	142
14.4 Verifica a taglio (SLU)	143
14.5 Verifica dell'appoggio (SLU)	144
14.6 Verifica della freccia (SLE)	145

SCHEDA 15

PROGETTO COPERTURA IN LEGNO

15.1 Dati	147
15.2 Attribuzione della durata dei carichi e della classe di servizio	148
15.3 Verifica degli arcarecci	149
15.4 Progetto della capriata	155

SCHEDA A

PARAMETRICI NUMERICI PER L'ESECUZIONE DEI CALCOLI

A.1 Caratteristiche meccaniche del legno massiccio	163
A.2 Caratteristiche meccaniche del legno lamellare	165
A.3 Coefficienti parziali da assumere per i materiali	165
A.4 Classi di durata	166
A.5 Classi di servizio	167
A.6 Valori del coefficiente k_{mod}	167
A.8 Valori del coefficiente k_{def}	169
A.9 Valori del coefficiente k_h	169
A.10 Valori dei coefficienti di combinazione dei carichi Ψ	170
A.11 Sagomario per profili commerciali in legno massiccio	171
A.12 Sagomario per profili commerciali in legno lamellare	172
A.13 Sagomario per profili commerciali in bilama o trilama	173

SCHEDA B

ISTRUZIONI GENERALI PER L'UTILIZZO DEI FOGLI

B.1 Cos'è un foglio elettronico	175
B.2 Elenco dei fogli di calcolo	176
B.3 Colorazione delle caselle e immissione dei dati	178
B.4 Organizzazione generale dei fogli	181
B.5 Stampa dei fogli	182

DOWNLOAD FOGLI ELETTRONICI

Per scaricare i 15 fogli elettronici collegati al volume, pronti per l'utilizzo:

- collegarsi al sito *www.legislazionetecnica.it/download*
- selezionare il volume tramite il box di ricerca
- effettuare il login con le proprie credenziali (la registrazione è gratuita)
- inserire quando richiesto il codice presente in seconda di copertina

NB: una volta utilizzato, il Codice viene associato all'utente, e non può essere utilizzato da altri. Per gli accessi successivi non sarà necessario inserire nuovamente il codice.

PRESENTAZIONE

Nell'ambito della normativa tecnica nazionale ed internazionale, il legno e i prodotti a base di legno per uso strutturale trovano una molteplicità di riferimenti che spesso mettono in difficoltà il progettista per vari motivi: ambiguità di interpretazione, ridondanza di formule per alcuni aspetti e, contemporaneamente, carenze verso altri, etc.

Com'è noto la gerarchia normativa pone al vertice i decreti ministeriali nazionali i quali, però, laddove carenti vanno integrati con "riferimenti di comprovata validità"¹.

All'interno di questo esteso corpus si pone questo volume il quale è stato ideato per fornire all'utente una serie di programmi gestiti da fogli elettronici relativi a calcoli di utilizzo corrente nel campo delle strutture in legno.

L'opera è stata suddivisa in Schede che trattano gli aspetti relativi alle condizioni di verifica e selezionano, di volta in volta, il riferimento tecnico più consono² al calcolo da eseguire nell'ambito di quanto previsto dalla normativa vigente.

Complessivamente sono state predisposte una serie di Schede (15+2) e relativi fogli di calcolo (15) così come indicati nella "Tabella dei contenuti dell'Opera" di seguito riportata.

In ogni Scheda sono fornite anche le spiegazioni concettuali e i principi che sottendono all'applicazione delle formule riportate, corredate da numerosi esempi.

Marco Boscolo Bielo

¹ Istruzioni e/o Linee Guida del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici; documenti di enti speciali quali CNR e UNI; Norme Armonizzate Europee; Eurocodici.

² Per chiarezza, rigore, semplicità espositiva, ecc.

Tabella dei contenuti dell'Opera

Riferimento	File	Foglio elettronico
Scheda 1: Trazione parallela alle fibre (SLU)	Scheda 1a Trazione senza eccentricità.xls	Trazione
	Scheda 1b Trazione con eccentricità.xls	Trazione
Scheda 2: Compressione parallela alle fibre (SLU)	Scheda 2 Compressione.xls	Compressione semplice
Scheda 3: Compressione perpendicolare alle fibre (SLU)	Scheda 3 Compressione 90.xls	Compressione 90°
Scheda 4: Compressione inclinata (SLU)	Scheda 4 Compressione inclinata.xls	Compressione inclinata
Scheda 5: Instabilità per carico di punta (SLU)	Scheda 5 Instabilità carico euleriano.xls	Compressione
Scheda 6: Flessione retta ed instabilità flesso-torsionale (SLU)	Scheda 6 Flessione retta.xls	Flessione retta
Scheda 7: Flessione deviata (SLU)	Scheda 7 Flessione deviata.xls	Flessione deviata
Scheda 8: Tensoflessione (SLU)	Scheda 8 Tensoflessione.xls	Tensoflessione

Riferimento	File	Foglio elettronico
Scheda 9: Pressoflessione (SLU)	Scheda 9 Pressoflessione.xls	Pressoflessione
Scheda 10: Taglio (SLU)	Scheda 10 - 11 - 12 Taglio e Torsione.xls	Taglio
Scheda 11: Torsione (SLU)	Scheda 10 - 11 - 12 Taglio e Torsione.xls	Torsione
Scheda 12: Taglio e Torsione (SLU)	Scheda 10 - 11 - 12 Taglio e Torsione.xls	Taglio e Torsione
Scheda 13: Abbassamenti nelle travi inflesse	Scheda 13a Frecce distribuiti.xls	Travi con q =costante
	Scheda 13b Frecce concentrati.xls	Travi con P concentrato
Scheda 14: Solai in legno		
Scheda 15: Progetto copertura in legno		
Scheda A: Parametri numerici per l'esecuzione dei calcoli		
Scheda B: Istruzioni generali per l'utilizzo dei fogli		



**Pagine non disponibili
in anteprima**



COMPRESSIONE PERPENDICOLARE ALLE FIBRE (SLU)

3.1 FORMULE GENERALI

La verifica a compressione perpendicolare alle fibre del legno viene effettuata generalmente in condizioni locali che possono interessare appoggi o impronte di carico come vedremo negli esempi che svilupperemo nel presente Capitolo.

Per lo SLU, detta verifica viene condotta in virtù della seguente disuguaglianza:

$$\sigma_{c,90,d} \leq f_{c,90,d} \Rightarrow \frac{\sigma_{c,90,d}}{f_{c,90,d}} \leq 1 \quad (3.1)$$

dove:

$$f_{c,90,d} = k_{\text{mod}} \cdot \frac{f_{c,90,k}}{\gamma_M} \quad (3.2)$$

è la resistenza di calcolo a compressione ortogonale alla fibratura;

$$\sigma_{c,90,d}$$

è la tensione locale agente sull'elemento.

La resistenza caratteristica a compressione perpendicolare alle fibre è riportata nelle tabelle A.1, A.2, A.3. I valori di k_{mod} e γ_M sono riportati, rispettivamente, ai paragrafi A.6 e A.3.

Poiché, come si è visto, la verifica interessa porzioni limitate dell'elemento strutturale, nella valutazione di $\sigma_{c,90,d}$ è possibile tenere conto di una certa diffusione delle tensioni nell'intorno puntuale della verifica (generalmente una distribuzione triangolare, vedi Figura 3.1). Ciò si ottiene considerando una ripartizione delle sollecitazioni nella direzione della fibratura lungo l'altezza della sezione trasversale dell'elemento.

A tale scopo può utilizzarsi una larghezza efficace L_{ef} maggiore di quella dell'impronta del carico L_{ap} . Secondo le "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle strutture in legno" (2001) del CSLLPP (ritenute regole tecniche di comprovata validità dalle NTC), si può assumere (vedi figura 3.1):

$$\sigma_{c,90,d} = \frac{F_{90,d}}{b \cdot L_{ef}} \quad (3.3)$$

dove L_{ef} , è la lunghezza efficace determinata nell'ipotesi di una distribuzione parallelamente alle fibre pari a 1/3, con la limitazione:

$$L_{ef} \leq \min \left[L_{ap} + \frac{h}{3} ; 2 \cdot L_{ap} \right] \quad (3.4)$$

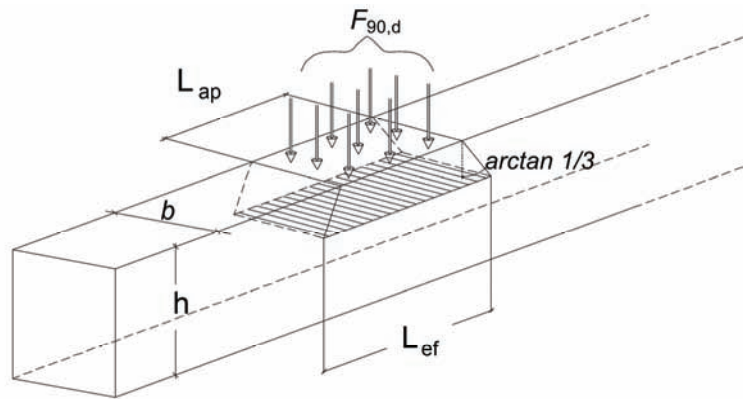


Figura 3.1: Ipotesi di distribuzione delle tensioni di compressione perpendicolari alla fibratura

3.2 APPLICAZIONI

3.2.1 Verifica di appoggio

Si verifichi la situazione di un appoggio di estremità di una trave in legno massiccio di sezione rettangolare pari a $b \cdot h = 18\text{cm} \times 32\text{cm}$ appartenente alla classe di resistenza D35 (legno massiccio di latifolia), soggetta ad un carico concentrato in mezzzeria di durata permanente pari a $P_{Ed} = 20.000\text{daN}$, in classe di servizio 1. L'appoggio di estremità abbia una lunghezza $L_{ap} = 30\text{ cm}$ (vedi Figura 3.2).

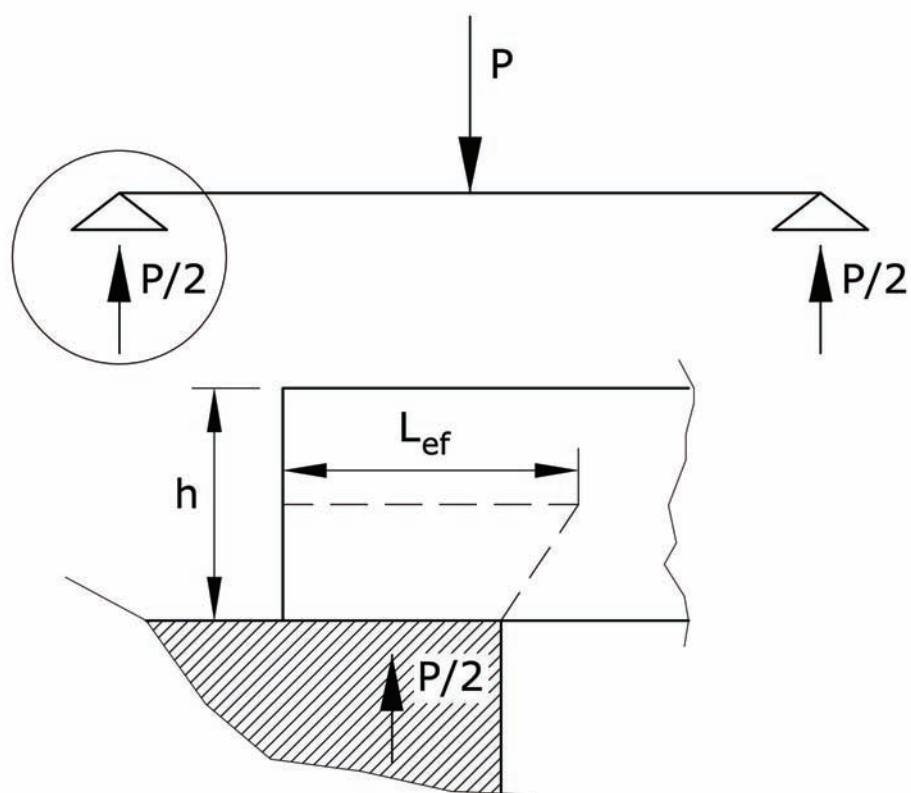


Figura 3.2: Verifica di appoggio di estremità (compressione ortogonale alla fibratura)

Determinazione della forza agente

L'azione esercitata dalla trave sull'appoggio è:

$$F_{Ed} = F_{90,d} = \frac{P_{Ed}}{2} = \frac{20.000}{2} = 10.000 daN$$

Determinazione di k_{mod}

Dalla tabella A.7, per:

- legno massiccio;
- classe di servizio 1;
- carico di durata permanente;

si ottiene: $k_{mod} = 0,6$.



**Pagine non disponibili
in anteprima**



Determinazione della resistenza

Dalla tabella A.2, per classe D30, si ha:

$$f_{v,k} = 3 \frac{N}{mm^2} = 30 \frac{daN}{cm^2}$$

Dalla (10.3) si ottiene:

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} = 0,6 \cdot \frac{30}{1,5} = 12 \frac{daN}{cm^2}$$

Determinazione delle tensioni agenti

Dalla (10.4) si ottiene la determinazione della massima tensione agente:

$$\tau_{v,d,max} = 1,5 \cdot \frac{V_{E,d}}{b \cdot h} = 1,5 \cdot \frac{4.500}{18 \cdot 24} = 15,625 \frac{daN}{cm^2}$$

Verifica

La verifica viene condotta con la (10.1):

$$\frac{\tau_{v,d}}{f_{v,d}} = \frac{15,625}{12} = 1,30 > 1 \quad \Rightarrow \text{sezione non verificata.}$$

Il rapporto di verifica dell'esempio proposto, ottenuto mediante l'utilizzo dei fogli di calcolo allegati al presente volume, è illustrato in Figura 10.2.

VERIFICA A TAGLIO (SLU)				
DATI			SOLLECITAZIONI	
Tipo di Legno	D30		V,Ed	4.500,00 daN
Classe di servizio	1			
Durata dei carichi	permanente			
Stato limite	SLU			
b	18,00	cm		
h	24,00	cm		
ELABORAZIONI				
k _{mod}	0,60			
γ _M	1,50			
f _{v,k}	30,00	daN/cm ²		
VERIFICA				
τ _{v,d}	15,63	daN/cm ²		
f _{v,d}	12,00	daN/cm ²		
τ _{v,d} / f _{v,d}	1,30			
SEZIONE NON VERIFICATA				

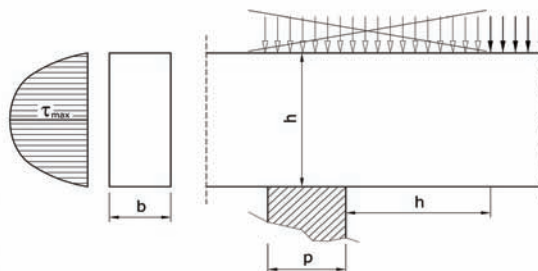


Figura 10.2: rapporto di verifica a taglio per SLU

10.3 UTILIZZO DEL FOGLIO DI CALCOLO

Il foglio “VERIFICA A TAGLIO (SLU)” si trova all’interno del file *Scheda 10-11-12 – Taglio e Torsione.xls*. In particolare questo file contiene tre fogli di calcolo (vedi Figura 10.3):

- quello per le verifiche a taglio (denominato “TAGLIO”, vedi la linguetta colorata in verde in basso a sinistra della schermata);
- quello denominato “TORSIONE”, sempre in basso a sinistra ma di colorazione blu;
- quello denominato “TAGLIO E TORSIONE”, colore rosa. La selezione del foglio da attivare si esegue cliccando sopra la linguetta.

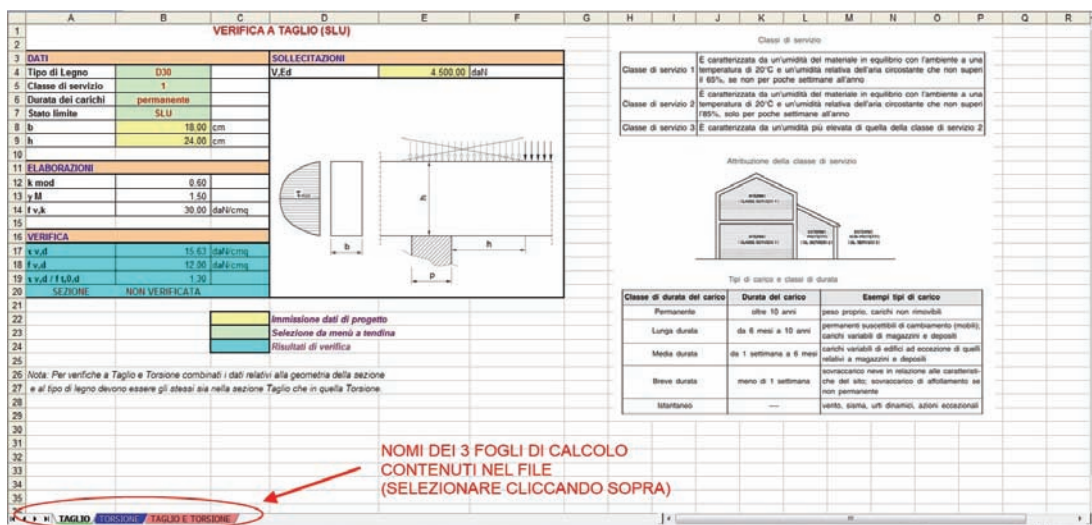


Figura 10.3: Selezione dei fogli di calcolo contenuti nel file *Scheda 10-11-12 – Taglio e Torsione.xls*

Per la verifica a taglio semplice, ovvero non accompagnato da torsione, occorre selezionare (cliccando sopra) il foglio “TAGLIO”, cliccando sopra in basso a sinistra come indicato in Figura 10.3.

Il foglio elettronico “TAGLIO” è suddiviso in 4 parti:

- **Dati;**
- **Sollecitazioni;**
- **Elaborazioni;**
- **Verifica.**

Il valore del taglio agente V_{Ed} va introdotto comunque positivo.

L’immagine ausiliaria che rappresenta lo schema del carico ricorda che per la determinazione di V_{Ed} è possibile decurtare la porzione di carico distribuito sovrastante la lunghezza di trave $(h + p)$.



**Pagine non disponibili
in anteprima**



13.2.3 Mensola con carico uniformemente distribuito

Si verifichino gli abbassamenti di una mensola di copertura avente sezione rettangolare $b \cdot h = 20\text{cm} \times 30\text{cm}$, appartenente alla classe di resistenza C16. La luce di calcolo sia $L = 250\text{cm}$, considerata incastrata. L'interasse delle travi sia $i = 1,2\text{m}$. Le condizioni di carico siano le seguenti (classe di servizio 3):

Carichi permanenti $g_1 + g_2 = 150 \frac{\text{daN}}{\text{m}^2}$

Neve sopra i 1.000 m s.l.m. $q_{1,k} = 300 \frac{\text{daN}}{\text{m}^2}$

Valore di k_{def}

Dalla Tabella A.8, per:

- legno massiccio;
- classe di servizio 3;

si ottiene: $k_{\text{def}} = 2$.

Valore dei moduli elastici

Dalla Tabella A.1 si ottiene:

$$E_{0,\text{mean}} = 80.000 \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2}$$

$$G_{\text{mean}} = 5.000 \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2}$$

Valore del coefficiente di combinazione dei carichi

Il coefficiente di combinazione dei carichi $\psi_{2,1}$ in condizione di esercizio si ottiene dalla Tabella A.10. Per:

- Neve sopra i 1.000 metri sul livello del mare

si ha: $\psi_{2,1} = 0,2$.

Determinazione della freccia istantanea del carico variabile

La freccia istantanea dovuta al carico variabile $q_{1,k}$ (Tabella 13.2) è data dall'espressione:

$$u_{2,ist} = \frac{1,5 \cdot (q_{1,k} \cdot i) \cdot L^4}{E_{0,mean} \cdot b \cdot h^3} + \frac{0,6 \cdot (q_{1,k} \cdot i) \cdot L^2}{G_{mean} \cdot b \cdot h} = \frac{1,5 \cdot \left(\frac{300 \cdot 1,2}{100}\right) \cdot 250^4}{80.000 \cdot 20 \cdot 30^3} + \frac{0,6 \cdot \left(\frac{300 \cdot 1,2}{100}\right) \cdot 250^2}{5.000 \cdot 20 \cdot 30} \approx 0,533cm$$

Determinazione della freccia finale del carico variabile

La freccia finale dovuta al carico variabile $q_{1,k}$ si calcola applicando la:

$$u_{2,fin} = u_{2,ist} \cdot (1 + \psi_{2,1} \cdot k_{def}) = 0,533cm \cdot (1 + 0,2 \cdot 2) \approx 0,7467cm$$

Verifica della freccia finale del carico variabile

La verifica di $u_{2,fin}$ si ottiene comparando il valore ottenuto al punto precedente con il valore limite ammesso nella Tabella 13.1. Nella fattispecie il dato progettuale si riferisce ad una “copertura generica” e l’elemento risulta verificato:

$$u_{2,fin} = 0,7467cm < \frac{L}{250} = \frac{250}{250} = 1cm$$

Determinazione della freccia istantanea dei carichi permanenti + variabili

La freccia istantanea dovuta ai carichi permanenti + variabili è data dall’espressione:

$$u_{1,ist} = \frac{(g_1 + g_2)}{q_{1,k}} \cdot u_{2,ist} \approx \frac{150}{300} \cdot 0,533cm \approx 0,267cm$$

Determinazione della freccia netta finale dei carichi permanenti + variabili

La freccia netta finale dovuta ai carichi permanenti + variabili si ottiene mediante l’applicazione della:

$$u_{net,fin} = u_{1,ist} \cdot (1 + k_{def}) + u_{2,fin} = 0,267 \cdot (1 + 2) + 0,746 \approx 1,55cm$$

Verifica della freccia netta finale dei carichi permanenti + variabili

La verifica della freccia netta finale dovuta ai carichi permanenti + variabili si ottiene comparando il valore ottenuto al punto precedente con i limiti previsti in Tabella 13.1. Nella fattispecie il dato progettuale è riferito ad una “copertura generica”:

$$u_{net,fin} = 1,55cm > \frac{L}{200} = \frac{250}{200} = 1,25cm$$

Il valore ottenuto non risulta verificato in quanto eccedente i limiti ammessi dalla Tabella 13.1. Pertanto pur essendo il sistema verificato per la condizione finale dei carichi variabili, complessivamente non può ritenersi verificato.

In Figura 13.5 si riporta l'esito della verifica ottenuto con il foglio elettronico *Scheda 13a – Freccie distribuiti.xls* allegato alla presente pubblicazione.

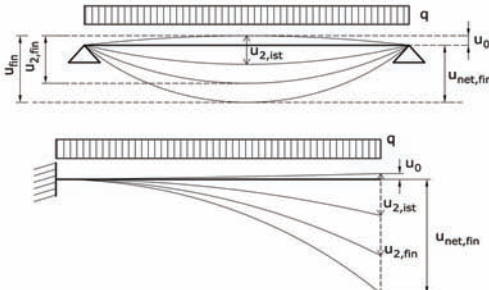
VERIFICA DEGLI ABBASSAMENTI PER TRAVI CON $q=\text{COSTANTE}$ (SLE)						
Limiti di freccia Tab. 4.2.X - DM 14.01.08						
DATI			AZIONI			
Tipo di Legno	C16		Permanenti (g_1+g_2)	150,00	daN/mq	
Classe di servizio	3		Variabili (q_1,k)	300,00	daN/mq	
Categoria carichi	Neve oltre 1000 m slm		Interasse di carico "i"	1,20	m	
Schema trave	Mensola $q=\text{cost}$					
Orizzontamento	Copertura generica					
b	20,00	cm				
h	30,00	cm				
Luce di calcolo	250	cm				
u_0	0	cm				
ELABORAZIONI						
k def	2,00					
$\psi_{2,1}$	0,20					
E 0,mean	80.000,00	daN/cm ²				
G mean	5.000,00	daN/cm ²				
$(g_1+g_2) \cdot i$	1,80	daN/cm				
$q \cdot k \cdot i$	3,60	daN/cm				
VERIFICHE						
Freccia	Valore		Freccia	Valore (cm)	Valore Limite	Check
$u_{1,ist}$ (cm)	0,2666	cm	$u_{net,fin}$ (cm)	1,5465	1,25	NO
$u_{2,ist}$ (cm)	0,5333	cm	$u_{2,fin}$ (cm)	0,7466	1,00	SI
LA TRAVE RISULTA NON VERIFICATA						

Figura 13.5: Verifica di trave a mensola con carico uniformemente distribuito allo SLU

Per ottenere le verifiche del caso, nel foglio elettronico vanno selezionate le preferenze dai menù a tendina relativi alle seguenti caselle (verdi) nella sezione DATI:

- Tipo di legno: C16;
- Classe di servizio: 3;
- Categoria dei carichi: neve oltre 1000 m s.l.m.;
- Schema trave: mensola $q=\text{cost}$;
- Orizzontamento: copertura generica.

Sempre all'interno della sezione "DATI" (caselle gialle) vanno poi immessi i valori relativi alle dimensioni della sezione (b e h), la luce di calcolo e l'eventuale controfrecchia iniziale.

Infine nella sezione "AZIONI" vanno immessi i valori dei carichi e dell'interasse di carico (caselle gialle). Nella fattispecie:

- Permanenti $g_1+g_2 = 150$ daN/mq;
- Variabili $q_{1k} = 300$ daN/mq;
- Interasse di carico $i = 1,2$ m.

Per inciso, si segnala che l'elemento risulterebbe verificato se vi fosse una controfrecchia iniziale di progetto $u_0 = 1$ cm.

In Figura 13.6 si riporta il rapporto di verifica ottenuto con il foglio di calcolo aggiornando il dato in casella B12.

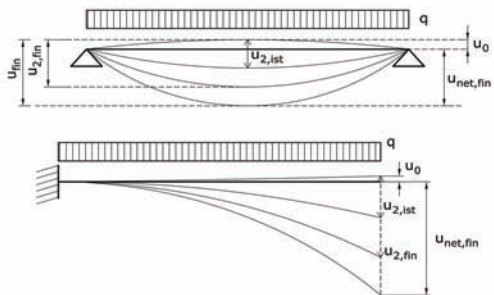
VERIFICA DEGLI ABBASSAMENTI PER TRAVI CON $q=\text{COSTANTE}$ (SLE)					
Limiti di freccia Tab. 4.2.X - DM 14.01.08					
DATI			AZIONI		
Tipo di Legno	C16		Permanenti (g_1+g_2)	150,00	daN/mq
Classe di servizio	3		Variabili (q_1,k)	300,00	daN/mq
Categoria carichi	Neve oltre 1000 m slm		Interasse di carico "i"	1,20	m
Schema trave	Mensola $q=\text{cost}$				
Orizzontamento	Copertura generica				
b	20,00	cm			
h	30,00	cm			
Luce di calcolo	250	cm			
u_0	1	cm			
ELABORAZIONI					
k def	2,00				
$\psi_{2,1}$	0,20				
E 0,mean	80.000,00	daN/cm ²			
G mean	5.000,00	daN/cm ²			
$(g_1+g_2) \cdot i$	1,80	daN/cm			
$q \cdot k \cdot i$	3,60	daN/cm			
VERIFICHE					
Freccia	Valore	Freccia	Valore (cm)	Valore Limite	Check
$u_{1,ist}$ (cm)	0,2666 cm	$u_{net,fin}$ (cm)	0,5465	1,25	SI
$u_{2,ist}$ (cm)	0,5333 cm	$u_{2,fin}$ (cm)	0,7466	1,00	SI
LA TRAVE RISULTA VERIFICATA					

Figura 13.6: Verifica di trave a mensola con carico uniformemente distribuito allo SLU e controfreccia iniziale $u_0 = 1\text{ cm}$

13.2.4 Trave appoggiata con carico concentrato in mezzzeria

Si verifichino gli abbassamenti di una trave di solaio residenziale avente sezione rettangolare $b \cdot h = 16\text{ cm} \times 24\text{ cm}$, appartenente alla classe di resistenza GL24h. La luce di calcolo sia $L = 400\text{ cm}$, considerata in semplice appoggio con i seguenti carichi concentrati in mezzzeria (classe di servizio 1):

Carichi permanenti $P = P_1 + P_2 = 920\text{ daN}$

Variabili $Q_{1,k} = 400\text{ daN}$

Valore di k_{def}

Dalla Tabella A.8, per:

- legno lamellare;
- classe di servizio 1;

si ottiene: $k_{def} = 0,6$.



**Pagine non disponibili
in anteprima**



SCHEDA A

PARAMETRICI NUMERICI PER L'ESECUZIONE DEI CALCOLI

A.1 CARATTERISTICHE MECCANICHE DEL LEGNO MASSICCIO

Nelle tabelle A.1 e A.2 si riportano le caratteristiche meccaniche del legno massiccio classificato secondo UNI EN 338.

Tabella A.1: Caratteristiche meccaniche del legno massiccio di conifera classificato secondo UNI EN 338

Valore di resistenza modulo elastico e massa volumica	C14	C16	C18	C20	C22	C24	C27	C30	C35	C40	C45	C50
<i>Resistenza [MPa] = [N/mm²]</i>												
Flessione $f_{m,k}$	14	16	18	20	22	24	27	30	35	40	45	50
Trazione parallela alla fibratura $f_{t,0,k}$	8	10	11	12	13	14	16	18	21	24	27	30
Trazione perpendicolare alla fibratura $f_{t,90,k}$	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Compressione parallela alla fibratura $f_{c,0,k}$	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	27	29
Compressione $f_{c,90,k}$ perpendicolare alla fibratura	2,0	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2
Taglio $f_{v,k}$	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4	2,5	2,8	3,0	3,4	3,8	3,8	3,8
<i>Modulo elastico [GPa] = [kN/mm²]</i>												
Modulo elastico medio parallelo alle fibre $E_{0,mean}$	7	8	9	9,5	10	11	11,5	12	13	14	15	16
Modulo elastico caratteri- stico parallelo alle fibre $E_{0,05}$	4,7	5,4	6,0	6,4	6,7	7,4	7,7	8,0	8,7	9,4	10,0	10,7
Modulo elastico medio perpendicolare alle fibre $E_{90,mean}$	0,23	0,27	0,30	0,32	0,33	0,37	0,38	0,40	0,43	0,47	0,50	0,53
Modulo di taglio medio G_{mean}	0,44	0,50	0,56	0,59	0,63	0,69	0,72	0,75	0,81	0,88	0,94	1,00
<i>Massa volumica [daN/m³]</i>												
Massa volumica caratteristica ρ_k	290	310	320	330	340	350	370	380	400	420	440	460
Massa volumica media ρ_m	350	370	380	390	410	420	450	460	480	500	520	550

Tabella A.2: Caratteristiche meccaniche del legno massiccio di latifolia classificato secondo UNI EN 338

Valore di resistenza modulo elastico e massa volumica	D30	D35	D40	D50	D60	D70
<i>Resistenza [MPa] = [N/mm²]</i>						
Flessione $f_{m,k}$	30	35	40	50	60	70
Trazione parallela alla fibratura $f_{t,0,k}$	18	21	24	30	36	42
Trazione perpendicolare alla fibratura $f_{t,90,k}$	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Compressione parallela alla fibratura $f_{c,0,k}$	23	25	26	29	32	34
Compressione perpendicolare alla fibratura $f_{c,90,k}$	8,0	8,4	8,8	9,7	10,5	13,5
Taglio $f_{v,k}$	3,0	3,4	3,8	4,6	5,3	6,0
<i>Modulo elastico [GPa] = [kN/mm²]</i>						
Modulo elastico medio parallelo alle fibre $E_{0,mean}$	10	10	11	14	17	20
Modulo elastico caratteristico parallelo alle fibre $E_{0,05}$	8,0	8,7	9,4	11,8	14,3	16,8
Modulo elastico medio perpendi- colare alle fibre $E_{90,mean}$	0,64	0,69	0,75	0,93	1,13	1,33
Modulo di taglio medio G_{mean}	0,60	0,65	0,70	0,88	1,06	1,25
<i>Massa volumica [daN/m³]</i>						
Massa volumica caratteristica ρ_k	530	560	590	650	700	900
Massa volumica media ρ_m	640	670	700	780	840	1080
<p>1 N/mm² = 1 MPa 1 kN/mm² = 1 GPa</p> <p>Le proprietà meccaniche del legno massiccio si basano sulla resistenza a flessione f_{mk}, sul modulo di rigidità medio $E_{0,mean}$ e sulla massa volumica caratteristica ρ_k.</p> <p>Trazione parallela alle fibre $f_{t,0,k} = 0,6 f_{mk}$ Perpendicolare alle fibre $f_{t,90,k} = \min (0,6 \text{ e } 0,0015 \rho_k)$ Compressione parallela alle fibre $f_{c,0,k} = 0,6 (f_{mk})^{0,45}$ Compressione perpendicolare alle fibre $f_{c,90,k} = 0,007 \rho_k$ conifere – $f_{c,90,k} = 0,015 \rho_k$ latifoglie Taglio $f_{v,k} = \min [3,8 \text{ e } 0,2(f_{mk})^{0,8}]$ Modulo di taglio medio $G_m = E_{0m} / 16$</p>						