



Provincia di Parma
COMUNE DI MEDESANO

Committente

COMUNE DI MEDESANO

p.zza Marconi, 6 - 43014 Medesano

RUP

ing. Claudia Miceli

Titolo

**RISANAMENTO CONSERVATIVO -
MIGLIORAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA
PRIMARIA DI VARANO MARCHESI**

Fase

**PROGETTO UNICO
(DEFINITIVO-ESECUTIVO)**

Elaborato

**PROGETTO: RELAZIONE DI
CALCOLO STRUTTURALE COPERTURA**

Elaborato n.

E04^{rev n.}
.0

File

ST87_rel09.0_190711_E04.0_Rel PRG COPERTURA.doc

Data

Descrizione

30 giugno 2019

emissione

Progettista

Ing. Matteo Lazzaretti

via Braglia n. 5 - 43123 Parma (Pr)

tel. +39 349 1667705

mail: matteolazzaretti.ingegnere@gmail.com

PEC: matteo.lazzaretti.ingpec.eu



timbro

firma

Ci riserviamo a termini di legge, la proprietà di questo disegno, con divieto di riprodurlo e di renderlo comunque noto a terzi e Ditte concorrenti senza nostra autorizzazione.

SOMMARIO

1. Premessa	3
2. Riferimenti normativi	3
3. Descrizione della copertura	3
4. Illustrazione dei criteri di progettazione e modellazione	4
5. Caratteristiche copertura e analisi dei carichi	5
6. Verifiche elementi strutturali in legno	6
7. Verifiche collegamenti	21

1. Premessa

La presente relazione è finalizzata ad esplicitare le verifiche degli elementi costituenti la nuova copertura in legno lamellare dell'edificio **ubicato nel Comune di Medesano – loc. Varano Marchesi via Valle n. 88, adibito a Scuola Primaria.**

All'interno della relazione è esposta una descrizione dei criteri seguiti per le verifiche degli elementi descritti.

2. Riferimenti normativi

Si riportano di seguito le normative di riferimento per lo svolgimento dell'incarico:

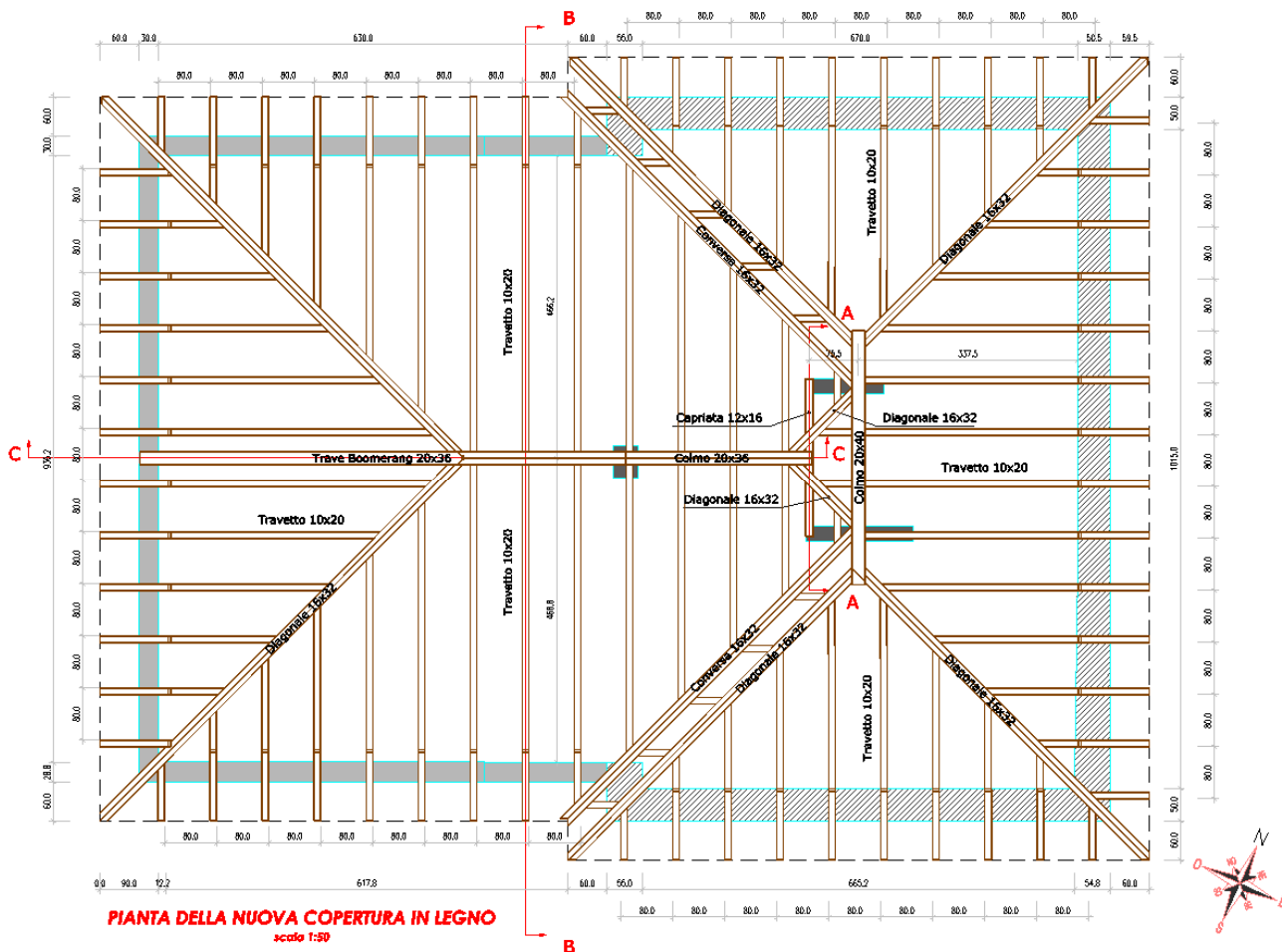
- **D.P.R. n. 3800 del 6.06.2001:** "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia" PARTE II - Normativa tecnica per l'edilizia;
- **O.P.C.M. n. 3274/03 come modificato dall'OPCM 3431 del 3/5/05:** "Norme tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici";
- **D.P.C.M. 12.10.2007 come aggiornato dalle NTC (cfr G.U. n. 47 del 26.02.2011):** "Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri per la valutazione e la riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle norme tecniche per le costruzioni";
- **D.M. 14/01/2008:** "Norme tecniche per le costruzioni";
- **D.G.R.E.R 23/06/2008 n. 936:** "Programma delle verifiche tecniche e piano degli interventi di adeguamento e miglioramento sismico previsto all'art. 1, comma 4, lettera c) dell'OPCM 3362/2004 e s.m.i. (annualità 2005)". Per la parte di Istruzioni per le verifiche tecniche, per la Scheda di Sintesi e relativa Appendice;
- **Circolare Min. Infrastrutture e Trasporti n. 617 del 02.02.09:** "Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008".

3. Descrizione della copertura

L'edificio oggetto del presente documento è **ubicato nel Comune di Medesano – loc. Varano Marchesi**, in Via Valle, 88, **e adibito a Scuola Primaria**; individuato catastalmente al Foglio 27 mappale 205.

La struttura, composta da orditura principale e secondaria in legno lamellare GL24h, è concepita in modo tale che siano impediti spinte sulle murature esistenti. Tutti gli elementi presentano vincoli della tipologia a cerniera in appoggio semplice sulla sottostruttura.

Si riporta di seguito lo schema di copertura e si rimanda per una più approfondita consultazione all'elaborato grafico strutturale.



4. Illustrazione dei criteri di progettazione e modellazione

Per il calcolo degli elementi Beam in legno lamellare e connessioni metalliche a gambo cilindrico, ci si è avvalsi del software VERLAM STRUCTURE e VERLAM JOINT prodotto da VERLAM SAS distribuito da Hsb Italia, Trento che opera nella seguente modalità: per la valutazione di sicurezza degli elementi strutturali si è adottato il metodo semiprobabilistico agli Stati Limite, basato sull'impiego dei coefficienti parziali di sicurezza (Cap. 2 NTC 2008). Si sono inoltre considerate le seguenti combinazioni delle azioni (c. 2.5.3 NTC 2008).

Per le verifiche agli stati limite ultimi (SLU) si utilizza la seguente combinazione generica delle azioni:

$$\gamma G1 \cdot G1 + \gamma G2 \cdot G2 + \gamma P \cdot P + \gamma Q1 \cdot Qk1 + \gamma Q2 \cdot \psi 02 \cdot Qk2 + \gamma Q3 \cdot \psi 03 \cdot Qk3 + \dots$$

Per le verifiche di stati limite di esercizio (SLE) si fa riferimento alle seguenti combinazioni di carico:

- combinazione rara: $G1 + G2 + P + Qk1 + \sum(\psi 0i \cdot Qki)$
- combinazione frequente: $G1 + G2 + P + \psi 11 \cdot Qk1 + \sum(\psi 2i \cdot Qki)$
- combinazione quasi permanente: $G1 + G2 + P + \sum(\psi 2i \cdot Qki)$

Con il seguente significato dei simboli:

G è il valore caratteristico delle azioni permanenti;

P è il valore caratteristico delle azioni di precompressione (nel nostro caso assenti);

Qk1 è il valore caratteristico dell'azione base di ogni combinazione;

Qki i valori caratteristici delle azioni variabili tra loro indipendenti;

gg1 = Coefficiente di combinazione delle azioni permanenti;

gg2 = Coefficiente di combinazione delle azioni permanenti non strutturali;

gp = Coefficiente di combinazione delle azioni di precompressione;


gq = Coefficiente di combinazione delle azioni variabili;

$\psi 0i$ = coefficiente di combinazione allo stato limite ultimo che tiene conto di valutazioni in senso statistico della contemporaneità della presenza dei carichi variabili; essi sono stati valutati secondo la tabella 2.5.I delle NTC 2008.

5. Caratteristiche copertura e analisi dei carichi

CARATTERISTICHE COPERTURA	
PENDENZA	19,5°
CLASSE DI SERVIZIO	2
ANALISI DEI CARICHI	
PERMANENTE PORTATO G2	84 daN/mq
PERMANENTE STRUTTURALE G1	Variabile (calcolato automaticamente dal software)
VARIABILE DI BREVE DURATA Q	124 daN/mq
VARIABILE DI BREVE DURATA H	50 daN/mq

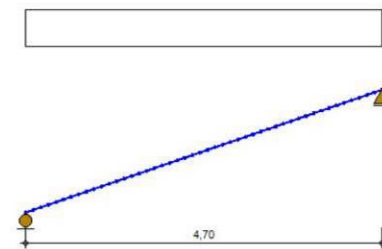
6. Verifiche elementi strutturali in legno



Elemento calcolato: TRAVETTO 10x20

Sez. 10,0x20,0 cm - Lamellare GL24h
[verificata]

Geometria :
 Luce campata = 4,70 m
 interasse irrigidimenti = 4,97 m
 Pendenza longitudinale = 19,00 °
 Pendenza trasversale = 0,00 °



Carichi:

Classe di esercizio	= 2			
Peso proprio elemento	= 9 daNm			
Peso proprio portato	= 0 daNm			
Permanenti	= 84 daN/m ²	kmod = 0,60	kdef = 0,80	categoria = Permanenti
Breve durata	= 124 daN/m ²	kmod = 0,90	kdef = 0,80	categoria = Neve (quota ≤ 1000 msm)
Breve durata	= 50 daN/m ²	kmod = 0,90	kdef = 0,80	categoria = H - Coperture

Carichi ripartiti:

Ascissa sx (m)	interasse sx (m)	ascissa dx (m)	interasse dx (m)	entità G (daN/m ²)	entità Qb (daN/m ²)	entità Qb (daN/m ²)	commento
0,00 m	0,80 m	4,70 m	0,80 m	84	174	174	

Materiale(valori caratteristici):

Lamellare GL24h (omogeneo):
 kh = 1,10 fm,k = 24,00 N/mm² ft,0,k = 19,20 N/mm² ft,90,k = 0,50 N/mm² fc,0,k = 24,00 N/mm²
 fc,90,k = 2,50 N/mm² fv,k = 3,50 N/mm² E0,mean = 11500,00 N/mm² Gmean = 650,00 N/mm² rk = 385 daN/m³

Sollecitazioni:

Sollecitazioni di calcolo: ESERCIZIO

G :	Reaz. v. in A	= 189 daN	Reaz. v. in B	= 189 daN
Qb :	Reaz. v. in A	= 233 daN	Reaz. v. in B	= 233 daN
Qb :	Reaz. v. in A	= 99 daN	Reaz. v. in B	= 99 daN
1*G+1*Qb :	Reaz. v. in A	= 422 daN	Reaz. v. in B	= 422 daN
1*G+1*Qb :	Reaz. v. in A	= 289 daN	Reaz. v. in B	= 289 daN
1*G+1*Qb+1*Qb :	Reaz. v. in A	= 522 daN	Reaz. v. in B	= 522 daN
1*G+1*Qb+1*Qb :	Reaz. v. in A	= 522 daN	Reaz. v. in B	= 522 daN

Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 1: 1,3*G

Reaz. v. in A (stato limite)	= 246 daN	Reaz. v. in B (stato limite)	= 246 daN
Nmax = 80 daN		punto = 0,0 cm	
Tmax = 233 daN		punto = 230,0 cm	
Mmax = 289 daNm			

Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 2: 1,3*G+1,5*Q(Qb)

Reaz. v. in A (stato limite)	= 596 daN	Reaz. v. in B (stato limite)	= 596 daN
Nmax = 194 daN		punto = 0,0 cm	
Tmax = 563 daN		punto = 230,0 cm	
Mmax = 700 daNm			

Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 3: 1,3*G+1,5*Q(Qb)

Reaz. v. in A (stato limite)	= 395 daN	Reaz. v. in B (stato limite)	= 395 daN
Nmax = 129 daN		punto = 0,0 cm	
Tmax = 374 daN		punto = 230,0 cm	
Mmax = 464 daNm			

Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 4: 1,3*G+1,5*Q(Qb)+1,5*0*Q(Qb)

Reaz. v. in A (stato limite)	= 596 daN	Reaz. v. in B (stato limite)	= 596 daN
Nmax = 194 daN		punto = 0,0 cm	
Tmax = 563 daN		punto = 230,0 cm	
Mmax = 700 daNm			

Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 5: 1,3*G+1,5*Q(Qb)+1,5*0,5*Q(Qb)

Reaz. v. in A (stato limite)	= 570 daN	Reaz. v. in B (stato limite)	= 570 daN
Nmax = 186 daN		punto = 0,0 cm	
Tmax = 539 daN		punto = 230,0 cm	
Mmax = 670 daNm			

(A seguito sono riportati i valori massimi di tensioni e deformazioni riscontrati nell'analisi di tutte le combinazioni.)

[Combinazione: Stato limite 2: 1,3*G+1,5*Q(Qb) (kmod=0,90)]**Verifiche Stato limite ultimo:** (Punto di calcolo x = 2,30 m) sez. nel punto = 10,0 x20,0)

Solicitazioni nel punto: -----> N = -8 daN M = 700 daNm T = 24 daN

 $f_{m,d} = 16,39 \text{ N/mm}^2$ $f_{t,0,d} = 13,11 \text{ N/mm}^2$ $k_m = 0,7$
 $\sigma_{t,0,d} = 0,10 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_{m,y,d} = 10,50 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_{m,z,d} = 0,00 \text{ N/mm}^2$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,65$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,46$$

Verifica a taglio: (Punto di calcolo x = 0,00 m) sez. nel punto: 10,0 x20,0)

Solicitazioni nel punto: -----> N = -194 daN M = 0 daNm T = 563 daN

 $f_{v,d} = 2,17 \text{ N/mm}^2$ $k_{cr} = 0,67$ (EC5 - punto 6.13a)

$$\tau_d = 0,63 \text{ N/mm}^2 \quad \frac{\tau_d}{f_{v,d}} = 0,29$$

Instabilità flessionale: (Punto di calcolo x = 2,30 m) sez. nel punto: 10,0 x20,0)

Solicitazioni nel punto: -----> N = -8 daN M = 700 daNm T = 24 daN

 $L_{eff} = 4970 \text{ mm}$ $\lambda_{rel,m} = 0,63$ $k_{crit} = 1,00$
 $f_{m,d} = 16,39 \text{ N/mm}^2$ $f_{t,0,d} = 14,90 \text{ N/mm}^2$ $k_m = 0,7$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d} \cdot k_{crit}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,65$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d} \cdot k_{crit}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,46$$

Verifiche Stato limite esercizio:

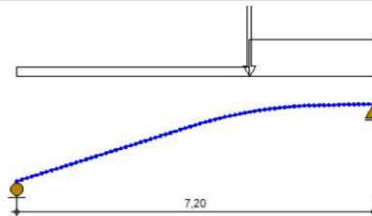
u _{max} (accidentali)	= -9 mm	=> L/-541	(Combinazione: Rara solo accidentali 1: *Q(Qb))
u _{in} (iniziale)	= -17 mm		(Combinazione: Rara 2: G+Q(Qb))
u _{ist} (istantaneo)	= -7 mm		(Combinazione: Quasi permanente 2: G+0*Q(Qb))
u _{dif} (differito)	= -6 mm		(Combinazione: Quasi permanente 2: G+0*Q(Qb))
f _{max} (rara)	= -17 mm	=> L/-299	
f _{max} (lunga durata)	= -23 mm	=> L/-220	[k _{def} = 0,80 (f _{max} lunga durata = u _{in} + u _{dif} con u _{dif} = u _{ist} * k _{def})

Elemento calcolato: BOOMERANG

Sez. 20,0x36,0-55,8-47,6 cm - Lamellare GL24h

[verificata]

Geometria:

Luce campata = 7,20 m
interasse irrigidimenti = 4,69 m

Carichi:

Classe di esercizio = 2
 Peso proprio elemento = 44 daNm
 Peso proprio portato = 0 daNm
 Permanenti = 84 daN/m² kmod = 0,60 kdef = 0,80 categoria = Permanenti
 Breve durata = 124 daN/m² kmod = 0,90 kdef = 0,80 categoria = Neve (quota ≤ 1000 msm)
 Breve durata = 50 daN/m² kmod = 0,90 kdef = 0,80 categoria = H - Coperture

Carichi ripartiti:

Ascissa sx (m)	interasse sx (m)	ascissa dx (m)	interasse dx (m)	entità G (daN/m ²)	entità Qb (daN/m ²)	entità Qb (daN/m ²)	commento
0,00 m	0,80 m	4,70 m	0,80 m	84	174	174	
4,70 m	4,60 m	7,20 m	4,60 m	84	174	174	

Carichi concentrati:

Ascissa sx (m)	entità G (daN)	entità Qb (daN)	entità Qb (daN)	Totale (daN)	commento
4,70 m	1282	1576	672	3530	da reazione appoggio B della trave DIAGONALE L 660

Materiale(valori caratteristici):

Lamellare GL24h (omogeneo):

kh = 1,01 fm,k = 24,00 N/mm² ft,0,k = 19,20 N/mm² ft,90,k = 0,50 N/mm² fc,0,k = 24,00 N/mm²
 fc,90,k = 2,50 N/mm² fv,k = 3,50 N/mm² E0,mean = 11500,00 N/mm² Gmean = 650,00 N/mm² rk = 385 daN/m³

Sollecitazioni:

Sollecitazioni di calcolo: ESERCIZIO

G : Reaz. v. in A = 984 daN Reaz. v. in B = 1897 daN
 Qb : Reaz. v. in A = 1109 daN Reaz. v. in B = 2359 daN
 Qb : Reaz. v. in A = 460 daN Reaz. v. in B = 975 daN
 1*G+1*Qb : Reaz. v. in A = 2093 daN Reaz. v. in B = 4256 daN
 1*G+1*Qb : Reaz. v. in A = 1444 daN Reaz. v. in B = 2872 daN
 1*G+1*Qb+1*Qb : Reaz. v. in A = 2553 daN Reaz. v. in B = 5231 daN
 1*G+1*Qb+1*Qb : Reaz. v. in A = 2553 daN Reaz. v. in B = 5231 daN

Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 1: 1,3*G

Reaz. v. in A (stato limite) = 1279 daN Reaz. v. in B (stato limite) = 2466 daN
 Nmax = -385 daN
 Tmax = -2465 daN punto = 720,0 cm
 Mmax = 4416 daNm punto = 470,0 cm

Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 2: 1,3*G+1,5*Q(Qb)

Reaz. v. in A (stato limite) = 2942 daN Reaz. v. in B (stato limite) = 6004 daN
 Nmax = -885 daN
 Tmax = -6002 daN punto = 720,0 cm
 Mmax = 10590 daNm punto = 470,0 cm

Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 3: 1,3*G+1,5*Q(Qb)

Reaz. v. in A (stato limite) = 1969 daN Reaz. v. in B (stato limite) = 3928 daN
 Nmax = -592 daN
 Tmax = -3927 daN punto = 720,0 cm
 Mmax = 6995 daNm punto = 470,0 cm

Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 4: 1,3*G+1,5*Q(Qb)+1,5*0*Q(Qb)

Reaz. v. in A (stato limite) = 2942 daN Reaz. v. in B (stato limite) = 6004 daN
 Nmax = -885 daN
 Tmax = -6002 daN punto = 720,0 cm
 Mmax = 10590 daNm punto = 470,0 cm

Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 5: 1,3*G+1,5*Q(Qb)+1,5*0,5*Q(Qb)

Reaz. v. in A (stato limite) = 2800 daN Reaz. v. in B (stato limite) = 5697 daN
 Nmax = -843 daN

Tmax = -5695 daN
Mmax = 10082 daNm

punto = 720,0 cm
punto = 470,0 cm

(A seguito sono riportati i valori massimi di tensioni e deformazioni riscontrati nell'analisi di tutte le combinazioni.)

[Combinazione: Stato limite 2: 1,3*G+1,5*Q(Qb) (kmod=0,90)]

Verifiche Stato limite ultimo: (Punto di calcolo x = 4,70 m) sez. nel punto = 20,0 x55,8)

Sollecitazioni nel punto: -----> N = 423 daN M = 10590 daNm T = -2502 daN

fm,d = 15,26 N/mm² fc,0,d = 14,90 N/mm² km = 0,7

Instabilità:

λrel,y = 0,00 kc,y = 0,00 λrel,z = 0,00 kc,z = 0,00
σc,0,d = 0,00 N/mm² σm,y,d = 10,19 N/mm² σm,z,d = 0,00 N/mm²

Tensioni al lembo non rastremato:

σm,0,d = 10,19 N/mm²

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,0,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,68$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,0,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,48$$

$$\left[\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right]^2 + \frac{\sigma_{m,0,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,00$$

$$\left[\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right]^2 + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,0,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,00$$

Tensioni al lembo rastremato: (0,00°)

fm,α,d = 0,00 N/mm² σm,α,d = 0,00 N/mm²

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,\alpha,d}}{f_{m,\alpha,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,00$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,\alpha,d}}{f_{m,\alpha,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,00$$

$$\left[\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right]^2 + \frac{\sigma_{m,\alpha,d}}{f_{m,\alpha,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,00$$

$$\left[\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right]^2 + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,\alpha,d}}{f_{m,\alpha,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,00$$

Tensioni al colmo:

(Punto di calcolo x = 4,70 m) sez. nel punto: 20,0 x55,8)

Sollecitazioni nel punto: -----> N = 423 daN M = 10590 daNm T = -2502 daN

kl = 1,02

$$\frac{\sigma_{m,0,d}}{f_{m,y,d}} = 0,70$$

kp = 0,02 (V0/V)² = 0,51

$$\frac{\sigma_{t,90,d}}{(k_{dis} \cdot k_{vol} \cdot f_{t,90,d})} = 0,70$$

Verifica a taglio:

(Punto di calcolo x = 7,20 m) sez. nel punto: 20,0 x47,1)

Sollecitazioni nel punto: -----> N = 158 daN M = 0 daNm T = -6002 daN

fv,d = 2,17 N/mm²

kcr = 0,67 (EC5 - punto 6.13a)

τd = 1,43 N/mm² τd / fv,d = 0,66

Instabilità flessionale:

(Punto di calcolo x = 4,70 m) sez. nel punto: 20,0 x55,8)

Sollecitazioni nel punto: -----> N = 423 daN M = 10590 daNm T = -2502 daN

Leff = 4690 mm

λrel,m = 0,50

kcrit = 1,00

fm,d = 15,26 N/mm² fc,0,d = 14,90 N/mm²

km = 0,7

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,0,d}}{f_{m,y,d} \cdot k_{crit}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,68$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,0,d}}{f_{m,y,d} \cdot k_{crit}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,48$$

Verifiche Stato limite esercizio:

fmax (accidentali) = -7 mm => L/-1041

(Combinazione: Rara solo accidentali 1: *Q(Qb))

SXmax (accidentali) = 2 mm

fmax (rara) = -13 mm => L/-565

(Combinazione: Rara 2: G+Q(Qb))

SXmax (rara) = 4 mm

fmax (lunga durata) = -17 mm => L/-414

[kdef = 0,80 (fmax lunga durata = uin + udif con udif = uist * kdef)]

SXmax (lunga durata) = 5 mm

Dati geometrici trave:

Angolo estradosso lato six (α1) = 19,00 °
Angolo estradosso lato dex (γ1) = 0,00 °
Altezza a piombo appoggio six (hsx) = 360 mm
Altezza cappello (hp) = 118 mm

Angolo intradosso lato six (α2) = 16,00 °
Angolo intradosso lato dex (γ2) = -3,00 °
Altezza a piombo appoggio dex (hdx) = 476 mm
Altezza trave curva al colmo (ha) = 558 mm



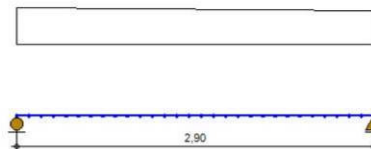
Elemento calcolato: COLMO 20x36

Sez. 20,0x36,0 cm - Lamellare GL24h

[verificata]

Geometria :

Luce campata = 2,90 m
 interasse irrigidimenti = 0,80 m
 Pendenza longitudinale = 0,00 °
 Pendenza trasversale = 0,00 °

**Carichi:**

Classe di esercizio = 2
 Peso proprio elemento = 31 daNm
 Peso proprio portato = 0 daNm
 Permanenti = 84 daN/m² kmod = 0,60 kdef = 0,80 categoria = Permanenti
 Breve durata = 124 daN/m² kmod = 0,90 kdef = 0,80 categoria = Neve (quota ≤ 1000 msm)
 Breve durata = 50 daN/m² kmod = 0,90 kdef = 0,80 categoria = H - Coperture

Carichi ripartiti:

Ascissa sx (m)	interasse sx (m)	ascissa dx (m)	interasse dx (m)	entità G (daN/m ²)	entità Qb (daN/m ²)	entità Qb (daN/m ²)	commento
0,00	4,69	2,90	4,28	84	174	174	

Materiale(valori caratteristici):**Lamellare GL24h (omogeneo):**

kh = 1,05 fm,k = 24,00 N/mm² ft,0,k = 19,20 N/mm² ft,90,k = 0,50 N/mm² fc,0,k = 24,00 N/mm²
 fc,90,k = 2,50 N/mm² fv,k = 3,50 N/mm² E0,mean = 11500,00 N/mm² Gmean = 650,00 N/mm² rk = 385 daN/m³

Sollecitazioni:**Sollecitazioni di calcolo: ESERCIZIO**

G :	Reaz. v. in A	= 599 daN	Reaz. v. in B	= 583 daN
Qb :	Reaz. v. in A	= 818 daN	Reaz. v. in B	= 794 daN
Qb :	Reaz. v. in A	= 330 daN	Reaz. v. in B	= 320 daN
1*G+1*Qb :	Reaz. v. in A	= 1418 daN	Reaz. v. in B	= 1377 daN
1*G+1*Qb :	Reaz. v. in A	= 929 daN	Reaz. v. in B	= 903 daN
1*G+1*Qb+1*Qb :	Reaz. v. in A	= 1748 daN	Reaz. v. in B	= 1697 daN
1*G+1*Qb+1*Qb :	Reaz. v. in A	= 1748 daN	Reaz. v. in B	= 1697 daN

Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 1: 1,3*G

Reaz. v. in A (stato limite) = 779 daN Reaz. v. in B (stato limite) = 758 daN
 Nmax = 0 daN
 Tmax = 779 daN punto = 0,0 cm
 Mmax = 557 daNm punto = 140,0 cm

Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 2: 1,3*G+1,5*Q(Qb)

Reaz. v. in A (stato limite) = 2007 daN Reaz. v. in B (stato limite) = 1948 daN
 Nmax = 0 daN
 Tmax = 2007 daN punto = 0,0 cm
 Mmax = 1433 daNm punto = 140,0 cm

Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 3: 1,3*G+1,5*Q(Qb)

Reaz. v. in A (stato limite) = 1274 daN Reaz. v. in B (stato limite) = 1238 daN
 Nmax = 0 daN
 Tmax = 1274 daN punto = 0,0 cm
 Mmax = 910 daNm punto = 140,0 cm

Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 4: 1,3*G+1,5*Q(Qb)+1,5*0*Q(Qb)

Reaz. v. in A (stato limite) = 2007 daN Reaz. v. in B (stato limite) = 1948 daN
 Nmax = 0 daN
 Tmax = 2007 daN punto = 0,0 cm
 Mmax = 1433 daNm punto = 140,0 cm

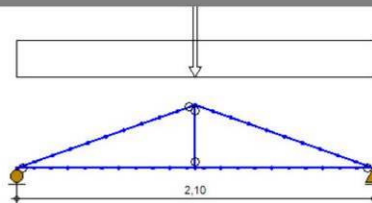
Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 5: 1,3*G+1,5*Q(Qb)+1,5*0,5*Q(Qb)

Reaz. v. in A (stato limite) = 1888 daN Reaz. v. in B (stato limite) = 1833 daN
 Nmax = 0 daN
 Tmax = 1888 daN punto = 0,0 cm
 Mmax = 1348 daNm punto = 140,0 cm

Elemento calcolato: CAPRIATA

Geometria :

Luce capriata = 2,10 m
Angolo in falda = 19,45 °



Carichi:

Classe di esercizio = 2
Peso proprio elemento = 9 daNm
Peso proprio portato = 0 daNm
Permanenti = 84 daN/m² kmod = 0,60 kdef = 0,80 categoria = Permanenti
Breve durata = 124 daN/m² kmod = 0,90 kdef = 0,80 categoria = Neve (quota ≤ 1000 msm)
Breve durata = 50 daN/m² kmod = 0,90 kdef = 0,80 categoria = H - Coperture

Carichi concentrati:

Ascissa sx (m)	entità G (daN)	entità Qb (daN)	entità Qb (daN)	Totale (daN)	commento
1,05 m	570	794	320	1684	da reazione appoggio B della trave COLMO 20x36

Materiale(valori caratteristici):

Lamellare GL24h (omogeneo):
fm,k = 24,00 N/mm² ft,0,k = 19,20 N/mm² ft,90,k = 0,50 N/mm² fc,0,k = 24,00 N/mm²
fc,90,k = 2,50 N/mm² fv,k = 3,50 N/mm² E0,mean = 11500,00 N/mm² Gmean = 650,00 N/mm² rk = 385 daN/m³

Sollecitazioni:

Sollecitazioni di calcolo: ESERCIZIO

G :	Reaz. v. in A	= 305 daN	Reaz. v. in B	= 305 daN
Qb :	Reaz. v. in A	= 397 daN	Reaz. v. in B	= 397 daN
Qb :	Reaz. v. in A	= 160 daN	Reaz. v. in B	= 160 daN
1*G+1*Qb :	Reaz. v. in A	= 702 daN	Reaz. v. in B	= 702 daN
1*G+1*Qb :	Reaz. v. in A	= 465 daN	Reaz. v. in B	= 465 daN
1*G+1*Qb+1*Qb :	Reaz. v. in A	= 862 daN	Reaz. v. in B	= 862 daN
1*G+1*Qb+1*Qb :	Reaz. v. in A	= 862 daN	Reaz. v. in B	= 862 daN

Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 1: 1,3*G

Reaz. v. in A (stato limite) = 396 daN Reaz. v. in B (stato limite) = 396 daN

Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 2: 1,3*G+1,5*Q(Qb)

Reaz. v. in A (stato limite) = 992 daN Reaz. v. in B (stato limite) = 992 daN

Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 3: 1,3*G+1,5*Q(Qb)

Reaz. v. in A (stato limite) = 637 daN Reaz. v. in B (stato limite) = 637 daN

Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 4: 1,3*G+1,5*Q(Qb)+1,5*0*Q(Qb)

Reaz. v. in A (stato limite) = 992 daN Reaz. v. in B (stato limite) = 992 daN

Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 5: 1,3*G+1,5*Q(Qb)+1,5*0,5*Q(Qb)

Reaz. v. in A (stato limite) = 934 daN Reaz. v. in B (stato limite) = 934 daN

PUNTONE SINISTRO: Sez. 12,0x16,0 cm - Lamellare GL24h

(kh = 1,10)

[verificata]

Geometria :

Luce x puntone sinistro = 1,05 m sviluppo = 1,11 m
interasse irrigidimenti = 1,11 m

Sollecitazioni:

Sollecitazioni di calcolo: ESERCIZIO

Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 1: 1,3*G

Nmax = -1052 daN
Tmax = -6 daN punto = 0,0 cm
Mmax = -2 daNm punto = 52,5 cm

Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 2: 1,3*G+1,5*Q(Qb)

Nmax = -2675 daN
Tmax = -6 daN
Mmax = -2 daNm
punto = 0,0 cm
punto = 52,5 cm

Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 3: 1,3*G+1,5*Q(Qb)

Nmax = -1706 daN
Tmax = -6 daN
Mmax = -2 daNm
punto = 0,0 cm
punto = 52,5 cm

Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 4: 1,3*G+1,5*Q(Qb)+1,5*0,5*Q(Qb)

Nmax = -2675 daN
Tmax = -6 daN
Mmax = -2 daNm
punto = 0,0 cm
punto = 52,5 cm

Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 5: 1,3*G+1,5*Q(Qb)+1,5*0,5*Q(Qb)

Nmax = -2518 daN
Tmax = -6 daN
Mmax = -2 daNm
punto = 0,0 cm
punto = 52,5 cm

(A seguito sono riportati i valori massimi di tensioni e deformazioni riscontrati nell'analisi di tutte le combinazioni.)

[Combinazione: Stato limite 2: 1,3*G+1,5*Q(Qb) (kmod=0,90)]

Verifiche Stato limite ultimo: (Punto di calcolo x = 0,53 m) sez. nel punto: 12,0 x 16,0)

Sollecitazioni nel punto: -----> N = -2673 daN M = 2 daNm T = 1 daN

fm,d = 16,39 N/mm² fc,0,d = 14,90 N/mm² km = 0,7

Instabilità di colonna:

λrel,y = 0,38 kc,y = 1,01 λrel,z = 0,51 kc,z = 1,00
σc,0,d = 1,39 N/mm² σm,y,d = 0,03 N/mm² σm,z,d = 0,00 N/mm²

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,10 \quad \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,10$$

$$\left[\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right]^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,01 \quad \left[\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right]^2 + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,01$$

[Combinazione: Stato limite 1: 1,3*G (kmod=0,60)]

Verifica a taglio: (Punto di calcolo x = 0,00 m) sez. nel punto: 12,0 x 16,0)

Sollecitazioni nel punto: -----> N = -1052 daN M = 0 daNm T = 6 daN

fv,d = 1,45 N/mm²

kcr = 0,67 (EC5 - punto 6.13a)

τd = 0,01 N/mm² $\frac{\tau_d}{f_{v,d}} = 0,01$

[Combinazione: Stato limite 2: 1,3*G+1,5*Q(Qb) (kmod=0,90)]

Instabilità flessionale: (Punto di calcolo x = 0,53 m) sez. nel punto: 12,0 x 16,0)

Sollecitazioni nel punto: -----> N = -2673 daN M = 2 daNm T = 1 daN

Leff = 1110 mm λrel,m = 0,23 kcrit = 1,00

fm,d = 16,39 N/mm² km = 0,7

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d} \cdot k_{crit}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,10$$

$$k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d} \cdot k_{crit}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,10$$

Verifiche Stato limite esercizio:

umax (accidentali)	= 0 mm	=> L/-3648	(Combinazione: Rara solo accidentali 1: *Q(Qb))
uin (iniziale)	= -1 mm		(Combinazione: Rara 2: G+Q(Qb))
uist (istantaneo)	= 0 mm		(Combinazione: Quasi permanente 2: G+0*Q(Qb))
udif (differito)	= 0 mm		(Combinazione: Quasi permanente 2: G+0*Q(Qb))
fmax (rara)	= -1 mm	=> L/-2090	
fmax (lunga durata)	= -1 mm	=> L/-1557	[kdef = 0,80 (fmax lunga durata = uin + udif con udif = uist * kdef)]

PUNTONE DESTRO: Sez. 12,0x16,0 cm - Lamellare GL24h

(kh = 1,10)

[verificata]

Geometria :

Luce x puntone destro = 1,05 m sviluppo = 1,11 m
interasse irrigidimenti = 1,11 m

Sollecitazioni:**Sollecitazioni di calcolo: ESERCIZIO****Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 1: 1,3*G**

Nmax = -1052 daN

Tmax = -6 daN

Mmax = -2 daNm

punto = 210,0 cm

punto = 157,5 cm

Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 2: 1,3*G+1,5*Q(Qb)

Nmax = -2675 daN

Tmax = -6 daN

Mmax = -2 daNm

punto = 210,0 cm

punto = 157,5 cm

Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 3: 1,3*G+1,5*Q(Qb)

Nmax = -1706 daN

Tmax = -6 daN

Mmax = -2 daNm

punto = 210,0 cm

punto = 157,5 cm

Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 4: 1,3*G+1,5*Q(Qb)+1,5*0*Q(Qb)

Nmax = -2675 daN

Tmax = -6 daN

Mmax = -2 daNm

punto = 210,0 cm

punto = 157,5 cm

Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 5: 1,3*G+1,5*Q(Qb)+1,5*0*Q(Qb)

Nmax = -2518 daN

Tmax = -6 daN

Mmax = -2 daNm

punto = 210,0 cm

punto = 157,5 cm

(A seguito sono riportati i valori massimi di tensioni e deformazioni riscontrati nell'analisi di tutte le combinazioni.)**[Combinazione: Stato limite 2: 1,3*G+1,5*Q(Qb) (kmod=0,90)]****Verifiche Stato limite ultimo:** (Punto di calcolo x = 1,58 m) sez. nel punto: 12,0 x 16,0)

Sollecitazioni nel punto: -----> N = -2673 daN M = 2 daNm T = -1 daN

fm,d = 16,39 N/mm² fc,0,d = 14,90 N/mm² km = 0,7**Instabilità di colonna:**

λrel,y = 0,38

kc,y = 1,01

λrel,z = 0,51

kc,z = 1,00

σc,0,d = 1,39 N/mm²σm,y,d = 0,03 N/mm²σm,z,d = 0,00 N/mm²

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,10$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,10$$

$$\left[\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right]^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,01$$

$$\left[\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right]^2 + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,01$$

[Combinazione: Stato limite 1: 1,3*G (kmod=0,60)]**Verifica a taglio:** (Punto di calcolo x = 2,10 m) sez. nel punto: 12,0 x 16,0)

Sollecitazioni nel punto: -----> N = -1052 daN M = 0 daNm T = -6 daN

fv,d = 1,45 N/mm²

kcr = 0,67 (EC5 - punto 6.13a)

td = 0,01 N/mm² $\frac{\tau_d}{f_{v,d}} = 0,01$ **[Combinazione: Stato limite 2: 1,3*G+1,5*Q(Qb) (kmod=0,90)]****Instabilità flessionale:** (Punto di calcolo x = 1,58 m) sez. nel punto: 12,0 x 16,0)

Sollecitazioni nel punto: -----> N = -2673 daN M = 2 daNm T = -1 daN

Leff = 1110 mm

λrel,m = 0,23

kcrit = 1,00

fm,d = 16,39 N/mm²

km = 0,7

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d} \cdot k_{crit}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,10$$

$$k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d} \cdot k_{crit}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,10$$

Verifiche Stato limite esercizio:

umax (accidentali)

= 0 mm

=> L/-4029

(Combinazione: Rara solo accidentali 1: *Q(Qb))

uin (iniziale)

= 0 mm

(Combinazione: Rara 2: G+Q(Qb))

uist (istantaneo)

= 0 mm

(Combinazione: Quasi permanente 2: G+0*Q(Qb))

udiff (differito)

= 0 mm

(Combinazione: Quasi permanente 2: G+0*Q(Qb))

fmax (rara)

= 0 mm

=> L/-2303

fmax (lunga durata)

= -1 mm

=> L/-1715

[kdef = 0,80 (fmax lunga durata = uin + udif con udif = uist * kdef)]

CATENA: Sez. 12,0x16,0 cm - Lamellare GL24h

(kh = 1,10)

[verificata]**Geometria :**

Luce catena = 2,10 m

Sollecitazioni:**Sollecitazioni di calcolo: ESERCIZIO****Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 1: 1,3*G**

Nmax = 990 daN
 Tmax = -41 daN punto = 209,9 cm
 Mmax = -36 daNm punto = 105,0 cm

Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 2: 1,3*G+1,5*Q(Qb)

Nmax = 2520 daN
 Tmax = -95 daN punto = 209,9 cm
 Mmax = -93 daNm punto = 105,0 cm

Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 3: 1,3*G+1,5*Q(Qb)

Nmax = 1607 daN
 Tmax = -63 daN punto = 209,9 cm
 Mmax = -59 daNm punto = 105,0 cm

Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 4: 1,3*G+1,5*Q(Qb)+1,5*0*Q(Qb)

Nmax = 2520 daN
 Tmax = -95 daN punto = 209,9 cm
 Mmax = -93 daNm punto = 105,0 cm

Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 5: 1,3*G+1,5*Q(Qb)+1,5*0*Q(Qb)

Nmax = 2372 daN
 Tmax = -90 daN punto = 209,9 cm
 Mmax = -88 daNm punto = 105,0 cm

(A seguito sono riportati i valori massimi di tensioni e deformazioni riscontrati nell'analisi di tutte le combinazioni.)**[Combinazione: Stato limite 2: 1,3*G+1,5*Q(Qb) (kmod=0,90)]****Verifiche Stato limite ultimo:** (Punto di calcolo x = 1,05 m) sez. nel punto: 12,0 x 16,0)

Sollecitazioni nel punto: -----> N = 2520 daN M = -93 daNm T = -83 daN

fm,d = 16,39 N/mm² ft,0,d = 13,11 N/mm² km = 0,7
 σt,0,d = 1,31 N/mm² σm,y,d = 1,82 N/mm² σm,z,d = 0,00 N/mm²

$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,21$ $\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,18$

Verifica a taglio: (Punto di calcolo x = 2,10 m) sez. nel punto: 12,0 x 16,0)

Sollecitazioni nel punto: -----> N = 2520 daN M = 0 daNm T = -95 daN

fv,d = 2,17 N/mm²

kcr = 0,67 (EC5 - punto 6.13a)

 $\tau_d = 0,11 \text{ N/mm}^2$ $\frac{\tau_d}{f_{v,d}} = 0,05$ **Instabilità flessionale:** (Punto di calcolo x = 1,05 m) sez. nel punto: 12,0 x 16,0)

Sollecitazioni nel punto: -----> N = 2520 daN M = -93 daNm T = -83 daN

Leff = 1110 mm λrel,m = 0,23 kcrit = 1,00

fm,d = 16,39 N/mm² km = 0,7 $\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d} \cdot k_{crit}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,21$ $k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d} \cdot k_{crit}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,18$ **Verifiche Stato limite esercizio:**

fmax (lunga durata) = -1 mm => L/-2945 [kdef = 0,80 (fmax lunga durata = uin + udif con udif = uist * kdef)]

MONACO: Sez. 12,0x20,0 cm - Lamellare GL24h

(kh = 1,10)

[verificata]**Geometria :**

Lunghezza monaco = 0,37 m

Sollecitazioni:**Sollecitazioni di calcolo: ESERCIZIO****Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 1: 1,3*G**

Nmax = -55 daN
 Tmax = 0 daN punto = 105,0 cm
 Mmax = 0 daNm punto = 105,0 cm

Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 2: 1,3*G+1,5*Q(Qb)

Nmax = -165 daN
 Tmax = 0 daN punto = 105,0 cm
 Mmax = 0 daNm punto = 105,0 cm

Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 3: 1,3*G+1,5*Q(Qb)

Nmax = -99 daN
 Tmax = 0 daN punto = 105,0 cm
 Mmax = 0 daNm punto = 105,0 cm

Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 4: 1,3*G+1,5*Q(Qb)+1,5*0*Q(Qb)

Nmax = -165 daN
 Tmax = 0 daN punto = 105,0 cm
 Mmax = 0 daNm punto = 105,0 cm

Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 5: 1,3*G+1,5*Q(Qb)+1,5*0*Q(Qb)

Nmax = -154 daN
 Tmax = 0 daN punto = 105,0 cm
 Mmax = 0 daNm punto = 105,0 cm

(A seguito sono riportati i valori massimi di tensioni e deformazioni riscontrati nell'analisi di tutte le combinazioni.)

[Combinazione: Stato limite 2: 1,3*G+1,5*Q(Qb) (kmod=0,90)]**Verifiche Stato limite ultimo:** (Punto di calcolo x = 1,05 m) sez. nel punto: 12,0 x20,0)

Sollecitazioni nel punto: -----> N = -165 daN M = 0 daNm T = 0 daN

fm,d = 16,39 N/mm² fc,0,d = 14,90 N/mm² km = 0,7**Instabilità di colonna:**

λrel,y = 0,10 kc,y = 1,04 λrel,z = 0,51 kc,z = 1,00
 σc,0,d = 0,07 N/mm² σm,y,d = 0,00 N/mm² σm,z,d = 0,00 N/mm²

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,00 \quad \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,00$$

$$\left[\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right]^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,00 \quad \left[\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right]^2 + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,00$$

Verifica a taglio: (Punto di calcolo x = 1,05 m) sez. nel punto: 12,0 x20,0)

Sollecitazioni nel punto: -----> N = -165 daN M = 0 daNm T = 0 daN

fv,d = 2,17 N/mm²

kcr = 0,67 (EC5 - punto 6.13a)

τd = 0,00 N/mm² $\frac{\tau_d}{f_{v,d}} = 0,00$ **Instabilità flessionale:** (Punto di calcolo x = 1,05 m) sez. nel punto: 12,0 x20,0)

Sollecitazioni nel punto: -----> N = -165 daN M = 0 daNm T = 0 daN

Leff = 1110 mm λrel,m = 0,25 kcrit = 1,00

fm,d = 16,39 N/mm² km = 0,7

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d} \cdot k_{crit}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,00$$

$$k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d} \cdot k_{crit}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,00$$

Verifiche Stato limite esercizio:**SPOSTAMENTI GLOBALI**

umax (accidentali)	= 0 mm	=> L/43275	(Combinazione: Rara solo accidentali 1: *Q(Qb))
uin (iniziale)	= 0 mm		(Combinazione: Rara 2: G+Q(Qb))
uist (istantaneo)	= 0 mm		(Combinazione: Quasi permanente 2: G+0*Q(Qb))
udiff (differito)	= 0 mm		(Combinazione: Quasi permanente 2: G+0*Q(Qb))
fmax (rara)	= 0 mm	=> L/24785	
fmax (lunga durata)	= 0 mm	=> L/18472	[kdef = 0,80 (fmax lunga durata = uin + udiff con udiff = uist * kdef)]

(A seguito sono riportati i valori massimi di tensioni e deformazioni riscontrati nell'analisi di tutte le combinazioni.)

[Combinazione: Stato limite 2: 1,3*G+1,5*Q(Qb) (kmod=0,90)]**Verifiche Stato limite ultimo:** (Punto di calcolo x = 2,70 m) sez. nel punto = 16,0 x32,0)

Solicitazioni nel punto: -----> N = -10 daN M = 1476 daNm T = 30 daN

 $f_{m,d} = 15,86 \text{ N/mm}^2$ $f_{t,0,d} = 12,69 \text{ N/mm}^2$ $k_m = 0,7$
 $\sigma_{t,0,d} = 0,08 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_{m,y,d} = 5,40 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_{m,z,d} = 0,00 \text{ N/mm}^2$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,35$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,24$$

Verifica a taglio: (Punto di calcolo x = 4,80 m) sez. nel punto: 16,0 x32,0)

Solicitazioni nel punto: -----> N = 403 daN M = 0 daNm T = -1171 daN

 $f_{v,d} = 2,17 \text{ N/mm}^2$ $k_{cr} = 0,67$ (EC5 - punto 6.13a)

$$\tau_d = 0,51 \text{ N/mm}^2 \quad \frac{\tau_d}{f_{v,d}} = 0,24$$

Instabilità flessionale: (Punto di calcolo x = 2,70 m) sez. nel punto: 16,0 x32,0)

Solicitazioni nel punto: -----> N = -10 daN M = 1476 daNm T = 30 daN

 $L_{eff} = 800 \text{ mm}$ $\lambda_{rel,m} = 0,20$ $k_{crit} = 1,00$
 $f_{m,d} = 15,86 \text{ N/mm}^2$ $f_{t,0,d} = 14,90 \text{ N/mm}^2$ $k_m = 0,7$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d} \cdot k_{crit}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,35$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d} \cdot k_{crit}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,24$$

Verifiche Stato limite esercizio:

u _{max} (accidentali)	= -3 mm	=> L/-1710	(Combinazione: Rara solo accidentali 1: *Q(Qb))
u _{in} (iniziale)	= -5 mm		(Combinazione: Rara 2: G+Q(Qb))
u _{ist} (istantaneo)	= -2 mm		(Combinazione: Quasi permanente 2: G+0*Q(Qb))
u _{dif} (differito)	= -2 mm		(Combinazione: Quasi permanente 2: G+0*Q(Qb))
f _{max} (rara)	= -5 mm	=> L/-931	
f _{max} (lunga durata)	= -7 mm	=> L/-682	[k _{def} = 0,80 (f _{max} lunga durata = u _{in} + u _{dif} con u _{dif} = u _{ist} * k _{def})



Elemento calcolato: ROMPITRATTA 20x40

Sez. 20,0x40,0 cm - Lamellare GL24h

[verificata]



Geometria :

Luce campata 1 = 0,75 m

Luce campata 2 = 2,30 m

Luce campata 3 = 0,60 m

interasse irrigidimenti = 0,80 m

Pendenza longitudinale = 0,00 °

Pendenza trasversale = 0,00 °



Carichi:

Classe di esercizio = 2

Peso proprio elemento = 34 daNm

Peso proprio portato = 0 daNm

Permanenti = 84 daN/m²Breve durata = 124 daN/m²Breve durata = 50 daN/m²

kmod = 0,60

kdef = 0,80

categoria = Permanenti

kmod = 0,90

kdef = 0,80

categoria = Neve (quota ≤ 1000 msm)

kmod = 0,90

kdef = 0,80

categoria = H - Coperture

Carichi ripartiti:

Ascissa sx (m)	interasse sx (m)	ascissa dx (m)	interasse dx (m)	entità G (daN/m ²)	entità Qb (daN/m ²)	entità Qb (daN/m ²)	commento
0,00 m	1,70 m	3,65 m	1,70 m	84	174	174	

Carichi concentrati:

Ascissa sx (m)	entità G (daN)	entità Qb (daN)	entità Qb (daN)	Totale (daN)	commento
0,05 m	399	479	204	1083	da reazione appoggio B della trave DIAGONALE 16x32 L 480
3,60 m	399	479	204	1083	da reazione appoggio B della trave DIAGONALE 16x32 L 480

Materiale(valori caratteristici):

Lamellare GL24h (omogeneo):

$k_h = 1,04$ $f_{m,k} = 24,00 \text{ N/mm}^2$ $f_{t,0,k} = 19,20 \text{ N/mm}^2$ $f_{t,90,k} = 0,50 \text{ N/mm}^2$ $f_{c,0,k} = 24,00 \text{ N/mm}^2$
 $f_{c,90,k} = 2,50 \text{ N/mm}^2$ $f_{v,k} = 3,50 \text{ N/mm}^2$ $E_{0,mean} = 11500,00 \text{ N/mm}^2$ $G_{mean} = 650,00 \text{ N/mm}^2$ $r_k = 385 \text{ daN/m}^3$

Sollecitazioni:

Sollecitazioni di calcolo: ESERCIZIO

G :	Reaz. v. in A	= 765 daN	Reaz. v. in B	= 666 daN
Qb :	Reaz. v. in A	= 916 daN	Reaz. v. in B	= 797 daN
Qb :	Reaz. v. in A	= 381 daN	Reaz. v. in B	= 332 daN
1*G+1*Qb :	Reaz. v. in A	= 1682 daN	Reaz. v. in B	= 1463 daN
1*G+1*Qb :	Reaz. v. in A	= 1147 daN	Reaz. v. in B	= 998 daN
1*G+1*Qb+1*Qb :	Reaz. v. in A	= 2063 daN	Reaz. v. in B	= 1795 daN
1*G+1*Qb+1*Qb :	Reaz. v. in A	= 2063 daN	Reaz. v. in B	= 1795 daN

Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 1: 1,3*G

Reaz. v. in A (stato limite)	= 995 daN	Reaz. v. in B (stato limite)	= 866 daN
Nmax = 0 daN			
Tmax = -691 daN		punto = 75,0 cm	
Mmax = -428 daNm		punto = 75,0 cm	

Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 2: 1,3*G+1,5*Q(Qb)

Reaz. v. in A (stato limite)	= 2369 daN	Reaz. v. in B (stato limite)	= 2062 daN
Nmax = 0 daN			
Tmax = -1647 daN		punto = 75,0 cm	
Mmax = -1020 daNm		punto = 75,0 cm	

Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 3: 1,3*G+1,5*Q(Qb)

Reaz. v. in A (stato limite)	= 1567 daN	Reaz. v. in B (stato limite)	= 1364 daN
Nmax = 0 daN			
Tmax = -1093 daN		punto = 75,0 cm	
Mmax = -678 daNm		punto = 75,0 cm	

Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 4: 1,3*G+1,5*Q(Qb)+1,5*0*Q(Qb)

Reaz. v. in A (stato limite)	= 2369 daN	Reaz. v. in B (stato limite)	= 2062 daN
Nmax = 0 daN			

$T_{max} = -1647$ daN punto = 75,0 cm
 $M_{max} = -1020$ daNm punto = 75,0 cm
Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 5: $1,3 \cdot G + 1,5 \cdot Q(Q_b) + 1,5 \cdot 0,5 \cdot Q(Q_b)$
 Reaz. v. in A (stato limite) = 2254 daN Reaz. v. in B (stato limite) = 1962 daN
 $N_{max} = 0$ daN
 $T_{max} = -1571$ daN punto = 75,0 cm
 $M_{max} = -975$ daNm punto = 75,0 cm

(A seguito sono riportati i valori massimi di tensioni e deformazioni riscontrati nell'analisi di tutte le combinazioni.)

[Combinazione: Stato limite 2: $1,3 \cdot G + 1,5 \cdot Q(Q_b)$ (kmod=0,90)]

Verifiche Stato limite ultimo: (Punto di calcolo x = 0,75 m) sez. nel punto = 20,0 x 40,0)

Sollecitazioni nel punto: -----> $N = 0$ daN $M = -1020$ daNm $T = -1647$ daN

$f_{m,d} = 15,51$ N/mm² $k_m = 0,7$

$\sigma_{m,y,d} = 1,91$ N/mm² $\sigma_{m,z,d} = 0,00$ N/mm²

$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,12$ $\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,09$

Verifica a taglio: (Punto di calcolo x = 0,75 m) sez. nel punto: 20,0 x 40,0)

Sollecitazioni nel punto: -----> $N = 0$ daN $M = -1020$ daNm $T = -1647$ daN

$f_{v,d} = 2,17$ N/mm²

$k_{cr} = 0,67$ (EC5 - punto 6.13a)

$\tau_d = 0,46$ N/mm² $\frac{\tau_d}{f_{v,d}} = 0,21$

Instabilità flessionale: (Punto di calcolo x = 0,75 m) sez. nel punto: 20,0 x 40,0)

Sollecitazioni nel punto: -----> $N = 0$ daN $M = -1020$ daNm $T = -1647$ daN

$L_{eff} = 800$ mm $\lambda_{rel,m} = 0,18$ $k_{crit} = 1,00$

$f_{m,d} = 15,51$ N/mm² $k_m = 0,7$

$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d} \cdot k_{crit}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,12$

$k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d} \cdot k_{crit}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,09$

Verifiche Stato limite esercizio:

f_{max} (accidentali) campata 1 = 0 mm => L/-3039

f_{max} (rara) campata 1 = 0 mm => L/-1658

f_{max} (lunga durata) campata 1 = -1 mm => L/-1216 [kdef = 0,80 (fmax lunga durata = uin + udif con udif = uist * kdef)

f_{max} (accidentali) campata 2 = 0 mm => L/18354

f_{max} (rara) campata 2 = 0 mm => L/10023

f_{max} (lunga durata) campata 2 = 0 mm => L/7353 [kdef = 0,80 (fmax lunga durata = uin + udif con udif = uist * kdef)

f_{max} (accidentali) campata 3 = 0 mm => L/-3695

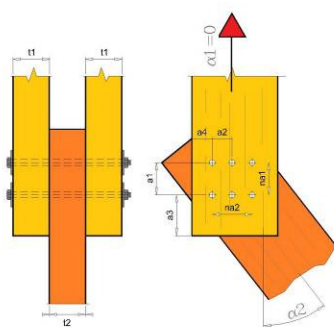
f_{max} (rara) campata 3 = 0 mm => L/-2017

f_{max} (lunga durata) campata 3 = 0 mm => L/-1479 [kdef = 0,80 (fmax lunga durata = uin + udif con udif = uist * kdef)

7. Verifiche collegamenti

Si verificano i collegamenti metallici legno-legno e legno-acciaio. Il contenimento delle azioni orizzontali dei collegamenti acciaio muratura si affida all'azione meccanica della geometria della piastra, montata in opera con lembo di contrasto in acciaio.

Connessione a taglio con bulloni (Connessione legno-legno / taglio doppio)



Bullone M16,0x430,0 mm - acciaio
Rondella diametro 64,0 mm
(numero bulloni: 2 x 1 = 2 pezzi)



DATI DI CALCOLO

Classe di servizio
Durata carico dominante
Coefficiente kmod
Coefficiente sicurezza connessione

cl = classe1
tq = breve
kmod = 0,90
YM = 1,50

Forza di taglio di progetto da verificare
Diametro bullone
Lunghezza bullone
Materiale bullone
Diametro rondella
Spessore legno elemento 1
Angolo elemento 1
Qualità legno elemento 1
Spessore legno elemento 2
Angolo elemento 2
Qualità legno elemento 2
Numero elementi paralleli alle fibre
Distanza elementi paralleli alle fibre
Numero elementi perpendicolari alle fibre
Distanza elementi perpendicolari alle fibre

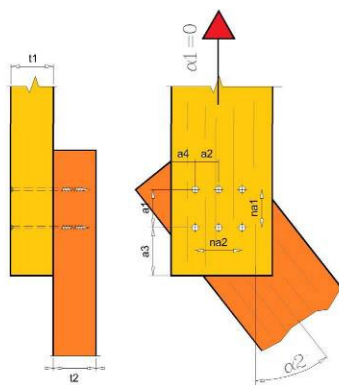
T = 2015,00 KN
M = 16,0 mm
Lb = 430 mm
= acciaio Classe 8.8
Ø = 64,0 mm
t1 = 115 mm
α1 = 76,00°
= Lamellare GL24h (omogeneo)
t2 = 200 mm
α2 = 90,00°
= Lamellare GL24h (omogeneo)
nf = 1
df = 0 mm
nc = 2
dc = 70 mm

RISULTATI CALCOLO:

DATI INGRESSO:		=
Classe di servizio	cl	= 1
Durata carico dominante	tq	= breve durata
coefficiente kmod	kmod	= 0,90
coeff. sicurezza connessioni legno	yM	= 1,50 N/mm ²
Tipo legno elementi t1		= GL24h
Massa volumetrica legno	rk	= 385 Kg/m ³
Tipo legno elementi t2		= GL24h
Massa volumetrica legno	rk	= 385 Kg/m ³
Tipo acciaio		= Classe 8.8
Resistenza ultima caratteristica	fuk	= 800 N/mm ²
Spessore elemento 1	t1	= 120 mm
Spessore elemento 2	t2	= 200 mm
Angolo elemento 1	α1	= 76,00 °
Angolo elemento 2	α2	= 90,00 °
Numero file bulloni	nf	= 1
Distanza file	df	= 0 mm
Numero colonne bulloni	nc	= 2
Distanza colonne	df	= 70 mm
Dati connettore:		=
Diametro bullone	d	= 16,0 mm
Lunghezza bullone	lh	= 430 mm
Diametro Rondella	dr	= 64 mm
Spessore piastra	sp	= 0 mm
RISULTATI:		=
Lunghezza efficace elemento 1	Lp1	= 115 mm
Lunghezza efficace elemento 2	Lp2	= 200 mm
Resistenza a estrazione	Fax,Rk	= 22619 N
Resistenza caratteristica a rifollamento elemento 1	Fha1,k	= 17,05 N/mm ²
Resistenza caratteristica a rifollamento elemento 2	Fha2,k	= 16,68 N/mm ²
Momento di snervamento acciaio	Myk	= 324282 Nmm
Max aliquota (rispetto taglio) contributo trazione		= 0,25
Numero efficace perni paralleli alle fibre elemento 1	nef	= 1,00
Numero efficace perni paralleli alle fibre elemento 2	nef	= 1,00
Numero efficace perni paralleli alle fibre	nef	= 1,00
DISTANZE MINIME elemento 1 (legno):		=
Parallela alle fibre	a1	= 68 mm
Perpendicolare alle fibre	a2	= 64 mm
Parallela alle fibre dal bordo sollecitato	a3f	= 112 mm
Parallela alle fibre dal bordo scarico	a3c	= 64 mm
Perpendicolare alle fibre dal bordo sollecitato	a4f	= 63 mm
Perpendicolare alle fibre dal bordo scarico	a4c	= 48 mm
DISTANZE MINIME elemento 2 (legno):		=
Parallela alle fibre	a1	= 64 mm
Perpendicolare alle fibre	a2	= 64 mm
Parallela alle fibre dal bordo sollecitato	a3f	= 112 mm
Parallela alle fibre dal bordo scarico	a3c	= 112 mm
Perpendicolare alle fibre dal bordo sollecitato	a4f	= 64 mm
Perpendicolare alle fibre dal bordo scarico	a4c	= 48 mm
VALORI DI RESISTENZA:		=
Numero sezioni di taglio	nT	= 2
Contributo a trazione pesato con Johansen	Fax,Rk/4	= 3,43 KN
Resistenza caratteristica a taglio tipo g (elemento t1)	Fv,Rk	= 31,37 KN
Resistenza caratteristica a taglio tipo h (elemento t2)	Fv,Rk	= 26,69 KN
Resistenza caratteristica a taglio tipo i (elemento t1)	Fv,Rk	= 17,13 KN
Resistenza caratteristica a taglio tipo k (elemento t1)	Fv,Rk	= 19,02 KN
Resistenza caratteristica bulloni per piano di taglio	Fv,Rk	= 17,13 KN
tipo collasso: collasso tipo (j), rifollamento rigido negli elementi 1 e cerniera plastica nel 2 in legno (rottura duttile)		
Resistenza caratteristica bulloni	Fc,Rk	= 34,27 KN
Resistenza design bulloni per piano di taglio	Fv,Rd	= 10,28 KN
Resistenza design bulloni	Fc,Rd	= 20,56 KN



Connessione a taglio con viti (Connessione legno-legno / taglio singolo)



Vite tipo HBS -Vite testa svasata 8x180 mm
(utilizzata rondella di diametro 64,0 mm)
(numero viti: 3 x 1 = 3 pezzi)



DATI DI CALCOLO

Classe di servizio
Durata carico dominante
Coefficiente k_{mod}
Coefficiente sicurezza connessione

cl = classe1
 t_q = breve
 k_{mod} = 0,90
 Y_M = 1,50

Forza di taglio di progetto da verificare
Diametro nominale/filetto vite
Diametro gambo
Diametro nucleo
Diametro testa
Lunghezza vite
Lunghezza filetto

T = 5,96 kN
 \emptyset = 8,0 mm
 \emptyset_g = 0,0 mm
 \emptyset_n = 5,4 mm
 \emptyset_h = 14,5 mm
 L_v = 180 mm
 L_f = 80 mm

Prevista realizzazione preforo pari a 0.7 volte il diametro del gambo

Spessore legno elemento 1
Angolo elemento 1
Qualità legno elemento 1
Spessore legno elemento 2
Angolo elemento 2
Qualità legno elemento 2
Numero elementi paralleli alle fibre
Distanza elementi paralleli alle fibre
Numero elementi perpendicolari alle fibre
Distanza elementi perpendicolari alle fibre

t_1 = 100 mm
 α_1 = 76,00°
= Lamellare GL24h (omogeneo)
 t_2 = 80 mm
 α_2 = 90,00°
= Lamellare GL24h (omogeneo)
 n_f = 1
 d_f = 0 mm
 n_c = 3
 d_c = 50 mm

RISULTATI CALCOLO:

DATI INGRESSO:

Classe di servizio	cl	=	1
Durata carico dominante	tq	=	breve durata
coefficiente kmod	kmod	=	0,90
coeff. sicurezza connessioni legno	yM	=	1,50 N/mm ²
Tipo legno elementi t1		=	GL24h
Massa volumetrica legno	rk	=	385 Kg/m ³
Tipo legno elementi t2		=	GL24h
Massa volumetrica legno	rk	=	385 Kg/m ³
Tipo acciaio		=	Resistenza imposta (fuk=1000)
Resistenza ultima caratteristica	fuk	=	1000 N/mm ²
coeff. sicurezza acciaio	yMa	=	1,25 N/mm ²
Spessore elemento 1	t1	=	100 mm
Spessore elemento 2	t2	=	200 mm
Angolo elemento 1	α1	=	76,00 °
Angolo elemento 2	α2	=	90,00 °
Numero file viti	nf	=	1
Distanza file	df	=	0 mm
Numero colonne viti	nc	=	3
Distanza colonne	df	=	50 mm

Dati connettore:

Diametro gambo vite	d	=	5,9 mm
Diametro filetto vite	df	=	8,0 mm
Diametro nocciolo vite	dn	=	5,4 mm
Lunghezza vite	lh	=	180 mm
Lunghezza filettata vite	lf	=	80,0 mm
Angolo di infissione	β	=	90,00 °
Prevista preforatura 0.8*d		=	
Senza sfalsamento		=	
Diametro testa vite	dh	=	14,5 mm

RISULTATI:

Lunghezza penetrazione elemento 1	Lp1	=	100 mm
Lunghezza penetrazione elemento 2	Lp2	=	80 mm
Resistenza caratteristica a rifollamento acciaio	Rk,na	=	20612 N
Lunghezza efficace estrazione filetto (lato punta)		=	80 mm
Resistenza estrazione filetto (lato punta)	Rest2	=	7961 N
Resistenza penetrazione testa	Rhead	=	1955 N
Resistenza caratteristica a rifollamento elementoo 1	Fh1,k	=	29,69 N/mm ²
Resistenza caratteristica a rifollamento elementoo 2	Fh2,k	=	29,69 N/mm ²
Momento di snervamento acciaio	Myk	=	30829 Nmm
Numero efficace chiodi paralleli alle fibre elemento 1	nef	=	1,00
Numero efficace chiodi paralleli alle fibre elemento 2	nef	=	1,00
Numero efficace chiodi paralleli alle fibre	nef	=	1,00

DISTANZE MINIME elemento 1 (legno):

Parallela alle fibre	a1	=	34 mm
Perpendicolare alle fibre	a2	=	32 mm
Parallela alle fibre dal bordo sollecitato	a3f	=	66 mm
Parallela alle fibre dal bordo scarico	a3c	=	56 mm
Perpendicolare alle fibre dal bordo sollecitato	a4f	=	55 mm
Perpendicolare alle fibre dal bordo scarico	a4c	=	24 mm

DISTANZE MINIME elemento 2 (legno):

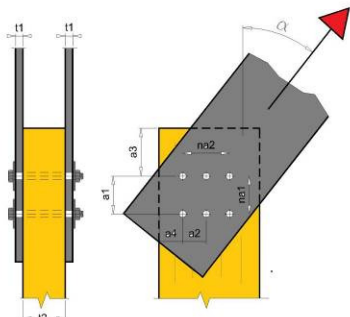
Parallela alle fibre	a1	=	32 mm
Perpendicolare alle fibre	a2	=	32 mm
Parallela alle fibre dal bordo sollecitato	a3f	=	56 mm
Parallela alle fibre dal bordo scarico	a3c	=	56 mm
Perpendicolare alle fibre dal bordo sollecitato	a4f	=	56 mm
Perpendicolare alle fibre dal bordo scarico	a4c	=	24 mm

VALORI DI RESISTENZA:

Numero sezioni di taglio	nT	=	1
Contributo a trazione pesato con Johansen	Fax,Rk/4	=	0,44 KN
Resistenza caratteristica a taglio tipo a (elemento t1)	Fv,Rk	=	17,64 KN
Resistenza caratteristica a taglio tipo b (elemento t2)	Fv,Rk	=	14,11 KN



Connessione a taglio con bulloni (Connessione acciaio-legno / taglio doppio)



Bullone M16,0x220,0 mm - acciaio
Spessore piastra contrasto 10,0 mm
 (numero bulloni: 2 x 1 = 2 pezzi)



DATI DI CALCOLO

Classe di servizio
 Durata carico dominante
 Coefficiente k_{mod}
 Coefficiente sicurezza connessione

cl = classe1
 tq = breve
 k_{mod} = 0,90
 γ_M = 1,50

Forza di taglio di progetto da verificare
 Diametro bullone
 Lunghezza bullone
 Materiale bullone
 Spessore piastra
 Numero elementi paralleli alle fibre
 Distanza elementi paralleli alle fibre
 Numero elementi perpendicolari alle fibre
 Distanza elementi perpendicolari alle fibre

T = 40,36 KN
 M = 16,0 mm
 L_b = 220 mm
 = acciaio Classe 8.8
 sp = 10,0 mm
 nf = 1
 df = 80 mm
 nc = 2
 dc = 65 mm

RISULTATI CALCOLO:
DATI INGRESSO:

Classe di servizio	cl	=	1
Durata carico dominante	tq	=	breve durata
coefficiente kmod	kmod	=	0,90
coeff. sicurezza connessioni legno	yM	=	1,50 N/mm ²
Tipo legno elemento t2		=	GL24h
Massa volumetrica legno	rk	=	385 Kg/m ³
Tipo acciaio		=	Classe 8.8
Resistenza ultima caratteristica	fuk	=	800 N/mm ²
Spessore elemento 1	t1	=	10 mm
Spessore elemento 2	t2	=	200 mm
Angolo elemento 2	α2	=	16,00 °
Numero file bulloni	nf	=	1
Distanza file	df	=	80 mm
Numero colonne bulloni	nc	=	2
Distanza colonne	df	=	65 mm

Dati connettore:

Diametro bullone	d	=	16,0 mm
Lunghezza bullone	lh	=	220 mm
Diametro Rondella	dr	=	64 mm
Spessore piastra	sp	=	10 mm

RISULTATI:

Lunghezza efficace elemento 1	Lp1	=	10 mm
Lunghezza efficace elemento 2	Lp2	=	200 mm
Resistenza a estrazione	Fax,Rk	=	22619 N
Resistenza caratteristica a rifollamento	Fh0,k	=	26,52 N/mm ²
Resistenza caratteristica a rifollamento elemento 2	Fhα2,k	=	25,38 N/mm ²
Momento di snervamento acciaio	Myk	=	324282 Nmm
Max aliquota (rispetto taglio) contributo trazione		=	0,25
Numero efficace perni paralleli alle fibre elemento 1	nef	=	1,00
Numero efficace perni paralleli alle fibre elemento 2	nef	=	1,00
Numero efficace perni paralleli alle fibre	nef	=	1,00

DISTANZE MINIME elemento 2 (legno):

Parallela alle fibre	a1	=	79 mm
Perpendicolare alle fibre	a2	=	64 mm
Parallela alle fibre dal bordo sollecitato	a3f	=	112 mm
Parallela alle fibre dal bordo scarico	a3c	=	64 mm
Perpendicolare alle fibre dal bordo sollecitato	a4f	=	48 mm
Perpendicolare alle fibre dal bordo scarico	a4c	=	48 mm

VALORI DI RESISTENZA:

Numero sezioni di taglio	nT	=	2
Contributo a trazione pesato con Johansen	Fax,Rk/4	=	0,00 KN
Resistenza caratteristica a taglio tipo j (elemento t2)	Fv,Rk	=	40,61 KN
Resistenza caratteristica a taglio tipo k (elemento t2)	Fv,Rk	=	23,33 KN
Resistenza caratteristica a taglio tipo l (elemento t2)	Fv,Rk	=	40,61 KN
Resistenza caratteristica a taglio tipo m (elemento t2)	Fv,Rk	=	32,05 KN
Resistenza caratteristica bulloni per piano di taglio	Fv,Rk	=	25,51 KN
tipo collasso: collasso tipo (k), cerniera plastica nel legno (rottura duttile)		=	
Resistenza caratteristica bulloni	Fc,Rk	=	51,02 KN
Resistenza design bulloni per piano di taglio	Fv,Rd	=	15,31 KN
Resistenza design bulloni	Fc,Rd	=	30,61 KN
Numero efficace a taglio bulloni	neff	=	2,00
Resistenza design del singolo bulloni con numero efficace e contributo a trazione	Ftot,Rd,ef	=	30,61 KN
Resistenza design totale dell'intero collegamento	Fctot,ef	=	61,22 KN

Estrazione:

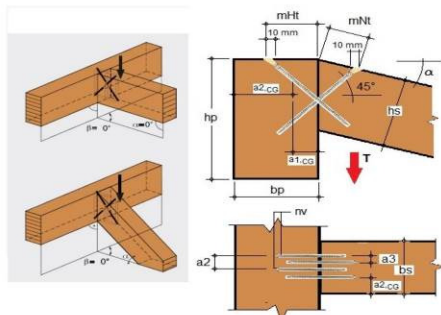
Numero efficace a estrazione	nef(e)	=	2,00
Resistenza caratteristica a estrazione del singolo connettore	Faxk,ef	=	22,62 KN
Resistenza caratteristica a estrazione dell'intero collegamento	Faxktot,ef	=	45,24 KN
Resistenza design a estrazione dell'intero collegamento	Faxdtot,ef	=	27,14 KN
Scorrimento connettore per piano di taglio	Kser	=	11,98 KN/mm
Azione di taglio da verificare	Fv,d	=	40,36 KN
Verifica Taglio di progetto		=	0,66 VERIFICATO

Resistenza design totale dell'intero collegamento
Resistenza design a estrazione dell'intero collegamento
Scorrimento connettore per piano di taglio
Verifica Taglio di progetto

Fctot,ef = 61,22 KN
Faxdtot,ef = 27,14 KN
Kser = 11,98 KN/mm
= 0,66 VERIFICATO



Ancoraggio correnti con viti tutto filetto



Num. 1 viti Ø9x240 mm - acciaio fuk 1000 N/mm²
viti tipoVGZ9240 produttore: Rothoblaas



DATI DI CALCOLO

Classe di servizio
Durata carico dominante
Coefficiente k_{mod}
Coefficiente sicurezza connessione legno
Forza di taglio di progetto da verificare
Base trave principale
Altezza trave principale
Qualità legno
Base trave secondaria
Altezza trave secondaria
Qualità legno

cl	=	classe 1
tq	=	breve
k_{mod}	=	0,90
YMI	=	1,50
T_x	=	5,70 kN
b	=	200 mm
h	=	360 mm
	=	Lamellare GL24h (omogeneo)
bs	=	100 mm
hs	=	200 mm
	=	Lamellare GL24h (omogeneo)

RISULTATI CALCOLO:

DATI DI INGRESSO:	=	
Classe di servizio	cl	= 1
Durata carico dominante	tq	= breve durata
Coefficiente kmod	kmod	= 0,9
Azione di taglio di progetto	Fv,d	= 6 KN
Base trave principale	B	= 200 mm
Altezza trave principale	H	= 360 mm
Tipo legno trave principale		= GL24h
Base trave secondaria	b	= 100 mm
Altezza trave secondaria	h	= 200 mm
Angolo vert. trave secondaria	α	= 15 °
Angolo orizz. trave secondaria	β	= 0 °
Tipo legno trave secondaria		= GL24h
	=	
TIPO CONNETTORE:	vite VGZ	= 9x240
Diametro filetto (nominale)	df	= 9,0 mm
Diametro gambo	dg	= 6,5 mm
Diametro nocciolo	dn	= 5,9 mm
Diametro testa	dh	= 16,0 mm
Lunghezza vite	lv	= 240 mm
Lunghezza filetto	lf	= 230 mm
GEOMETRIA CONNESSIONE:	=	
Numero di coppie di connettori		= 1
Angolo di inserimento viti		= 45,00 °
Viti su trave principale:		=
Quota di montaggio su trave principale	mHT	= 89 mm
Lunghezza penetrazione lato testa		= 126 mm
Lunghezza filettata lato testa	tf1	= 105 mm
Lunghezza penetrazione lato punta		= 120 mm
Lunghezza filettata lato punta	tf2	= 105 mm
Angolo vite/fibra lato testa - trave principale	$\gamma_{2,p}$	= 90,00 °
Angolo vite/fibra lato punta - trave secondaria	$\gamma_{2,s}$	= 30,00 °
Resistenza caratteristica ad estrazione viti lato testa - trave principale	Fax,Rk,3	= 12,04 KN
Resistenza caratteristica ad estrazione viti lato punta - trave secondaria	Fax,Rk,4	= 10,47 KN
Viti su trave secondaria:		=
Quota di montaggio su trave secondaria	mNT	= 92 mm
Lunghezza penetrazione lato testa		= 126 mm
Lunghezza filettata lato testa	tf1	= 105 mm
Lunghezza penetrazione lato punta		= 120 mm
Lunghezza filettata lato punta	tf2	= 105 mm
Angolo vite/fibra lato testa - trave secondaria	$\gamma_{1,s}$	= 60,00 °
Angolo vite/fibra lato punta - trave principale	$\gamma_{1,p}$	= 90,00 °
Resistenza caratteristica ad estrazione viti lato testa - trave secondaria	Fax,Rk,1	= 11,47 KN
Resistenza caratteristica ad estrazione viti lato punta - trave principale	Fax,Rk,2	= 12,04 KN
Distanza minima vite da bordo	a2G	= 36 mm
Distanza minima fra teste viti	a2	= 45 mm
Distanza minima fra viti contrapposte	a3	= 14 mm
ELEMENTO PIÙ SOLLECITATO:	=	
Forza totale generata dal taglio lungo asse viti	Fax,d,tot	= 4,03 KN
Numero efficace	n _{ef}	= 1,0
Resistenza caratteristica totale ad estrazione	Fax,Rk	= 10,47 KN
Resistenza caratteristica totale ad instabilità viti nel legno	Fki,Rk	= 15,73 KN
Resistenza di design totale ad estrazione	Fax,Rd	= 6,28 KN
Resistenza caratteristica a taglio verticale	Fv,Rk	= 14,80 KN
Resistenza di design a taglio verticale dell'intero collegamento	Fv,Rd	= 8,88 KN
Grado di sfruttamento della connessione		= 0,64 VERIFICATO
VERIFICA A TAGLIO TRAVE SECONDARIA:	=	
Altezza efficace (vincolata)	hef	= 174 mm
Altezza non vincolata (al di sotto delle viti)	hint	= 26 mm
Coefficiente di riduzione	kv	= 1,00
Tensione a taglio in hef	τ	= 0,49 N/mm ²
Resistenza di design a taglio del legno	fv,d	= 2,17 N/mm ²
Verifica tensione a taglio trave secondaria		= 0,23 VERIFICATO

Verifica tensione a taglio solo hef	=	0,23 VERIFICATO
Resistenza caratteristica a taglio verticale dell'intero collegamento Fv,Rk	=	14,80 KN
Resistenza di design a taglio verticale dell'intero collegamento Fv,Rd	=	8,88 KN
Grado di sfruttamento della connessione	=	0,64 VERIFICATO
Verifica tensione a taglio trave secondaria	=	0,23 VERIFICATO
Verifica tensione a taglio solo hef	=	0,23 VERIFICATO