



**Finanziato  
dall'Unione europea**  
NextGenerationEU



**Dipartimento  
per lo sport**

PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA - PNRR Finanziato dall'Unione Europea Next Generation EU  
SPORT M5 C2 3.1 Cluster 1



COMUNE DI PARMA  
Settore lavori pubblici  
e Sismica

## Realizzazione di un nuovo impianto sportivo **LA PALESTRA PER TUTTI**

in localita' Moletolo, Via Luigi Anedda  
CUP I95B22000080006 CIG 955307467

il Responsabile Unico del Procedimento: **Ing. Marcello Bianchini Frassinelli**



Impresa Esecutrice:



**GRENTI S.p.A.**  
Via Guglielmo Marconi, 6  
43040 Solignano Parma Italia  
tel +39 0525 54542  
info@grenti.it

Progettisti:



Società di ingegneria

Str. Cavagnari, 10 - 43126 PARMA - Italy  
Tel. 0521/986773 Fax 0521/988836  
info@aierre.com



Dott. Ing. Bonati Silvio



STUDIO TECNICO Q.S.A.

Via Sicuri 60/A 43124 Parma  
Tel. 0521 257377  
studioqsa@studioqsa.it

Collaboratori:



**Studio Ing Giampaolo Vecchi**  
Consulenza e progettazione  
impianti elettrici ed illuminazione  
Via Mazzini, 22 43013 Langhirano PR

**CISANOVA S.r.l.**

**Ing. Lorenzo Franzoni**  
Consulenza e progettazione  
strutture in legno  
Via Don Lorenzo Milani, 10 a - 42020  
Quattro Castella RE



**Studio Ingegneria Dalmonte**  
Consulenza e progettazione  
impianti meccanici  
Via T. Tasso, 2 - 40033  
Casalecchio di Reno BO

# PROGETTO ESECUTIVO

OGGETTO

**STRUTTURE**

ELABORATO N°

**PE.AS.ST.06**

TITOLO

**RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE  
COPERTURA PALESTRA**

SCALA

DATA

**09.08.2024**

Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
rev. 0	09.08.2024	emissione	Cisanova	Franzoni	Bonati
rev. 1					
rev. 2					
rev. 3					
rev. 4					

Il presente elaborato è tutelato dalle leggi sul diritto d'autore. E' fatto divieto a chiunque di riprodurlo anche in parte se non per fini autorizzati.

**INDICE**

<b>Capitolo 1 - PREMESSA</b> .....	<b>3</b>
1.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	3
1.2 SCHEMA STRUTTURALE – DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA.....	4
<b>Capitolo 2 - MATERIALI</b> .....	<b>8</b>
2.1 LEGNO LAMELLARE .....	8
2.2 ACCIAIO DA CARPENTERIA .....	11
2.3 CHIODI, VITI E STAFFE METALLICHE STANDARD.....	12
2.4 SPINOTTI/BULLONI, BARRE FILETTATE E RESINA CHIMICA .....	12
<b>Capitolo 3 - ANALISI DEI CARICHI</b> .....	<b>13</b>
3.1 CARICHI PERMANENTI.....	13
3.2 CARICHI ACCIDENTALI .....	14
3.3 CARICHI ECCEZIONALI .....	14
3.4 CARICO NEVE AGENTE SULLA COPERTURA .....	15
3.5 CARICO DEL VENTO .....	16
3.6 COMBINAZIONI DI CARICO .....	17
<b>Capitolo 4 - VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI</b> .....	<b>19</b>
<b>Capitolo 5 - VERIFICA FISSAGGI E GIUNZIONI</b> .....	<b>33</b>
5.1 VERIFICA FISSAGGI PER FORZE VERTICALI.....	33
5.2 VERIFICA FISSAGGI PER FORZE ORIZZONTALI.....	45

## Capitolo 1 - PREMESSA

### 1.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La normativa italiana in vigore, alla quale si farà riferimento per l'analisi dei carichi, il calcolo delle azioni, la loro combinazione e la progettazione statica è rappresentata da:

- D.M. 17 Gennaio 2018, "Norme tecniche per le costruzioni"
- Circolare 21 Gennaio 2019, n. 617 "Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al DM 17/01/2018

La normativa italiana prevede un approccio prestazionale alla progettazione, prevedendo la possibilità in determinati casi di riferirsi a documenti o normative di comprovata validità. Fra questi, quelli considerati nella progettazione sono:

- UNI ENV 1995-1-1 e UNI ENV 1995-1-2 :

Eurocodice 5. Progettazione delle strutture di legno. Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.

Eurocodice 5. Progettazione di strutture di legno. Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio.

- CNR -DT 206 R1/2018 - Istruzioni per il Progetto, l'Esecuzione e il Controllo delle Strutture di Legno.

## 1.2 SCHEMA STRUTTURALE – DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA

La presente relazione riguarda il calcolo con verifica degli elementi lignei e relative connessioni costituenti una copertura a struttura portante in legno lamellare per la realizzazione di un nuovo impianto sportivo al coperto, situato nel comune di Parma (PR).

La struttura in elevazione è formata da pilastri in calcestruzzo armati collegati da travi di coronamento in c.a.. In corrispondenza dei pilastri in c.a. sono posizionate in appoggio le travi principali bifalda ad intradosso piano in legno lamellare GL24h, di altezza 220cm a colmo e 114cm in gronda, fissate al c.a. con staffe metalliche a disegno imbullonate alla trave e inghisate al c.a.

All'estradosso delle travi principali sono collegati gli arcarecci in lamellare GL24h per il sostegno della copertura metallica in lamiera sandwich con lana di roccia. Tali arcarecci fungono anche da puntoni di stabilizzazione per carichi laterali: in corrispondenza degli arcarecci sono anche posizionate delle saette in legno lamellare con funzione di controvento nei confronti delle azioni orizzontali (vento/sisma).

All'intradosso delle travi principali è collocata una seconda struttura formata da travi alte 52cm in legno lamellare con la funzione di formare un "finto cassonato" estetico. In appoggio alle travi in legno alte 52cm vengono posizionate dei pannelli formati da CELENIT AB all'intradosso, lana di roccia interposta a travetti portanti e pannello OSB all'estradosso. Tali pannelli fungono da controsoffitto termoacustico nonché da superficie di appoggio portante per le lavorazioni di cantiere e/o di manutenzione.

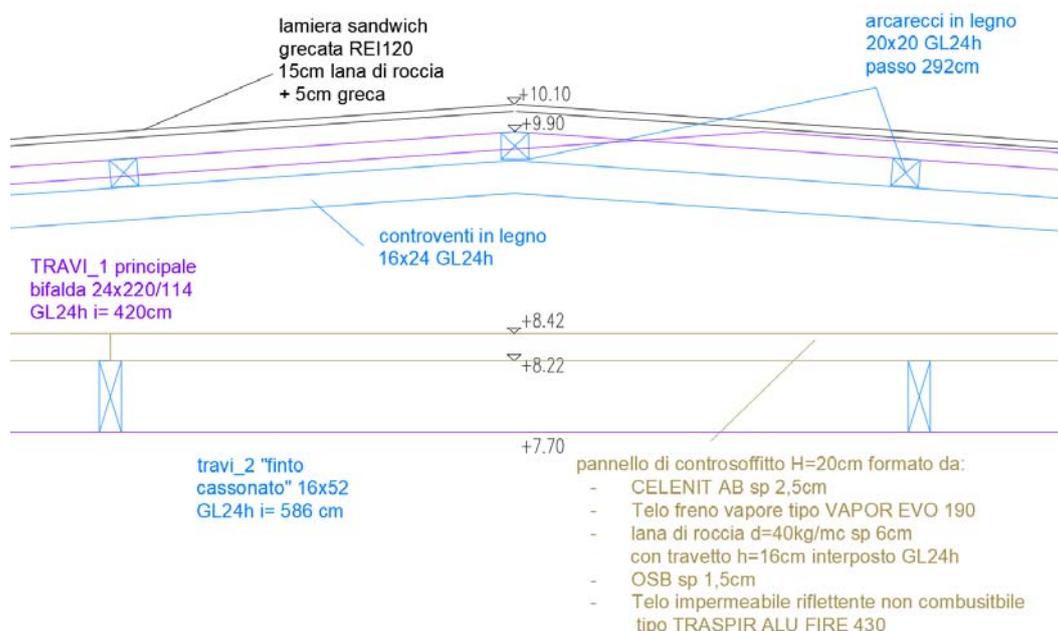
Nella testata dell'edificio lato ingresso sono posizionate n°4 mensole in legno lamellare lunghe 4.24m con la funzione di portare solo il peso proprio e una veletta di facciata.

Tutti gli elementi strutturali sono verificati nell'apposito Capitolo 4, sia in condizione fondamentale SLU che in combinazione eccezionale di incendio per resistenza R60, oltre che in combinazione sismica SLV derivanti dal calcolo dell'intero edificio. Allo stesso modo, i principali fissaggi e giunzioni legno/legno e legno/c.a. sono verificati in condizione fondamentale SLU, sismica SLV ed eccezionale d'incendio nel Capitolo 5.

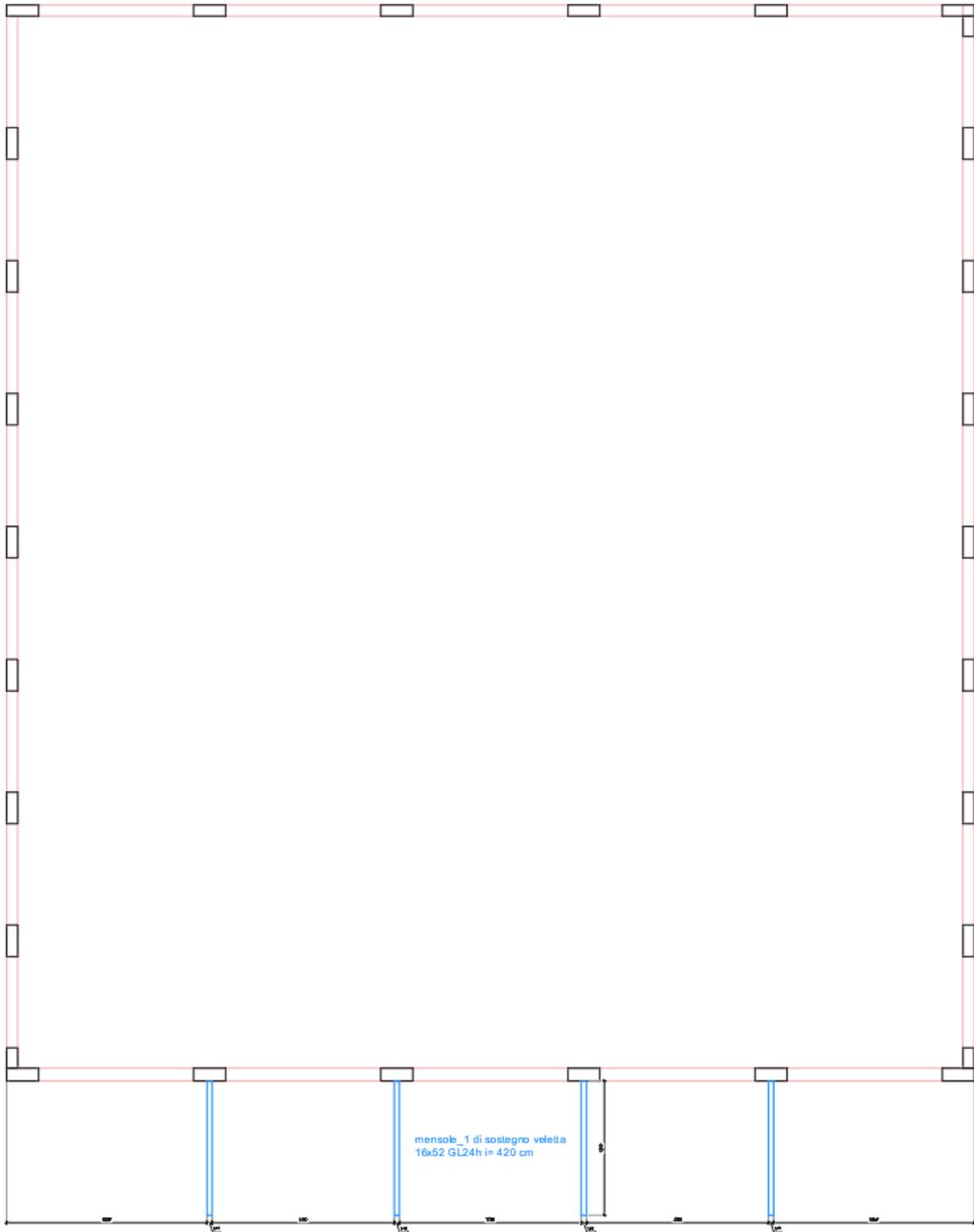
L'impalcato di copertura è considerato di tipo rigido, in cui la rigidità è dovuta alla presenza di controventi in legno che trasmettono le forze laterali alle orditure principali ed alle sottostrutture in c.a. di elevazione. Tale verifica di piano rigido è riportata nel Capitolo 5.

A livello di modellazione, tutti i vincoli tra elementi strutturali sono stati considerati come cerniere/carrelli.

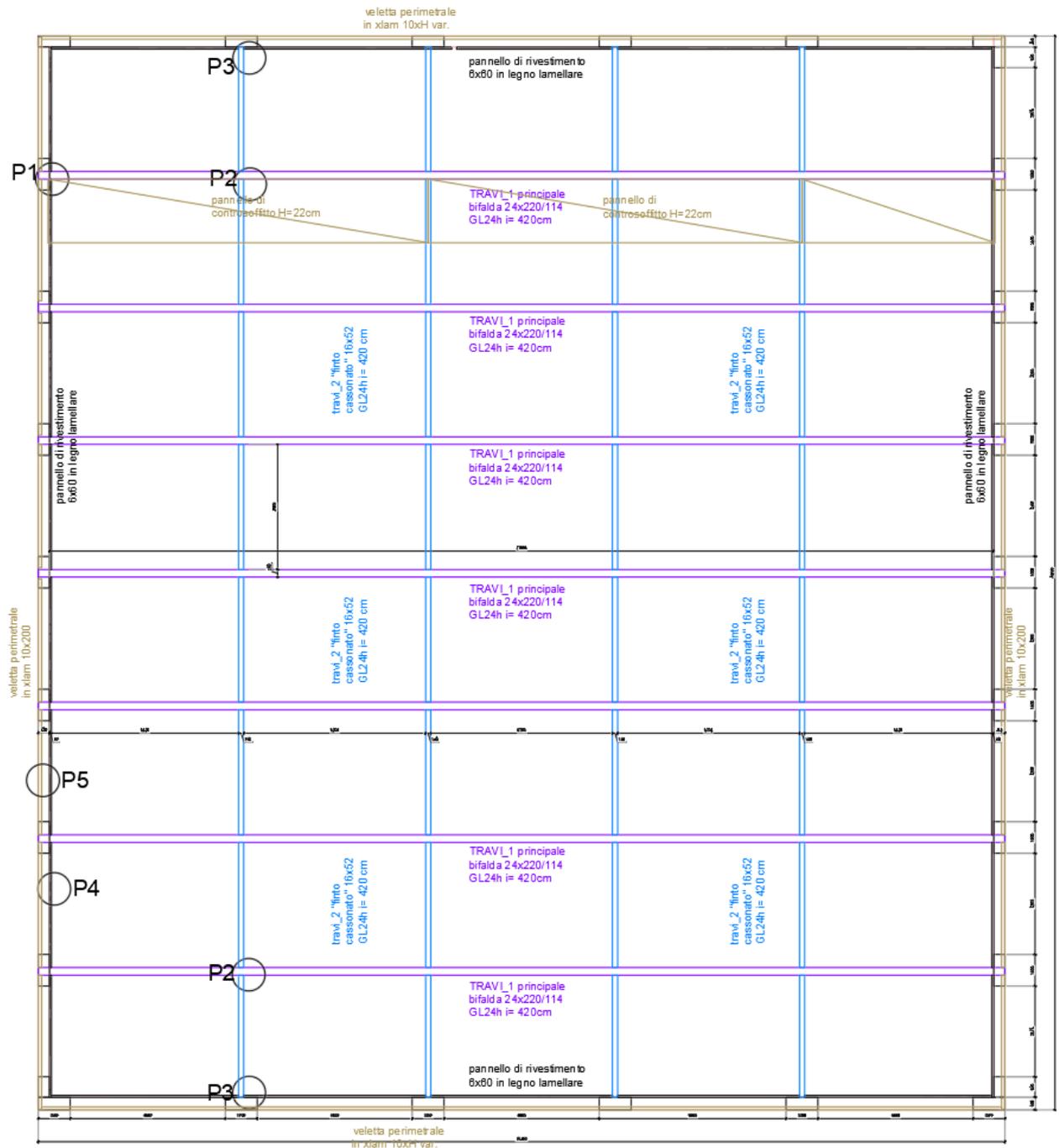
Si riportano di seguito una sezione e le piante con i due livelli all'intradosso ed estradosso delle travi principali, con indicati gli elementi strutturali verificati nell'apposito Capitolo 4.



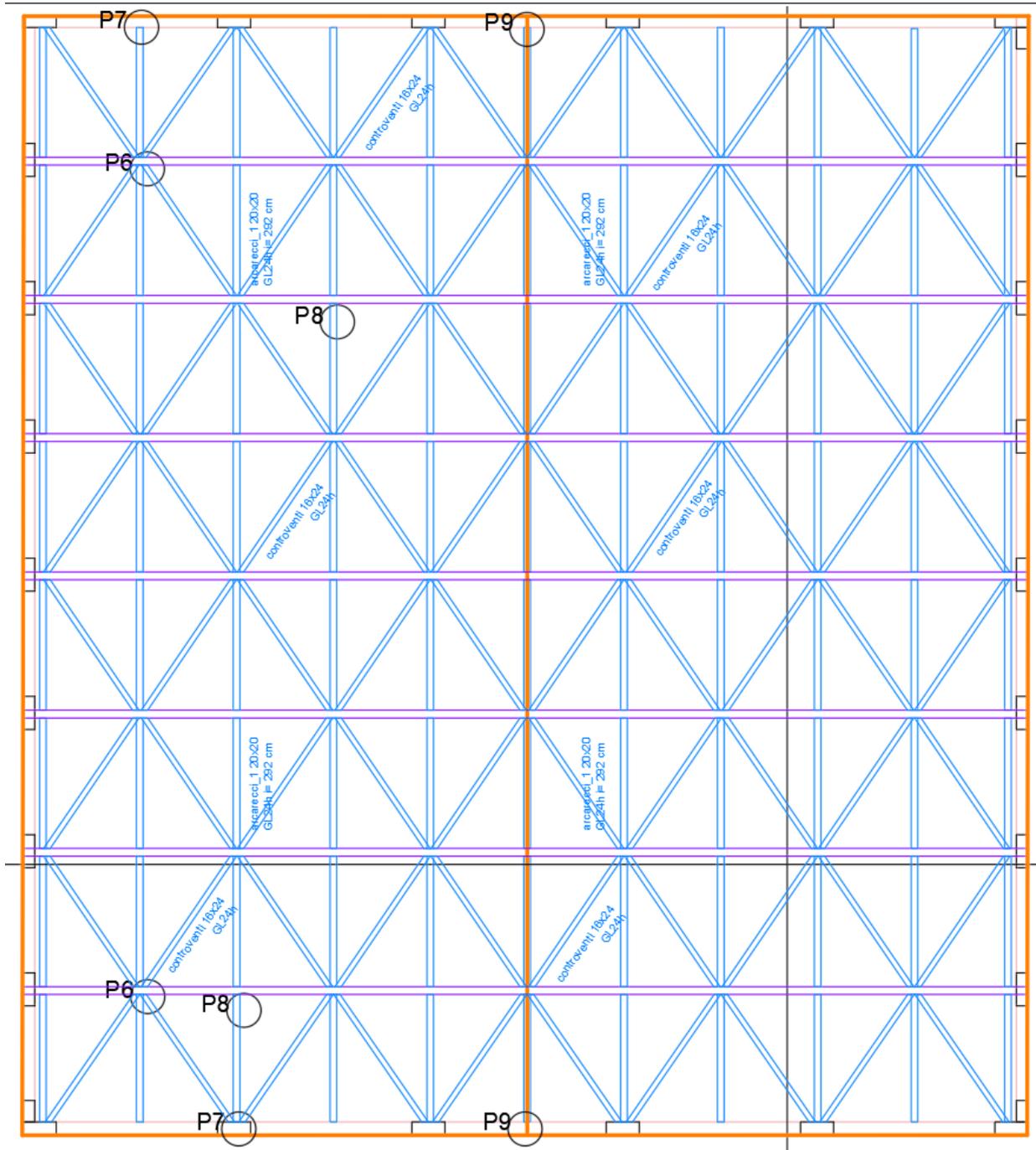
PIANTA CARPENTERIE A QUOTA +2.95 - intradosso mensole di testata



PIANTA CARPENTERIE A QUOTA +7.70 - intradosso travi principali



PIANTA CARPENTERIE A QUOTA +9.90 – estradosso travi principali



Per maggiori dettagli grafici sulle strutture si rimanda alle tavole allegate.

## Capitolo 2 - MATERIALI

### 2.1 LEGNO LAMELLARE

Il materiale strutturale legno lamellare utilizzato è classificato secondo resistenza, secondo la norma armonizzata EN 14080:2013.

I valori caratteristici delle resistenze, sono riportati nella tabella sottostante:

Proprietà	Simbolo	GL20h	GL22h	GL24h	GL26h	GL28h	GL30h	GL32h
Flessione	$f_{m,g,k}$	20	22	24	26	28	30	32
Trazione	$f_{t,0,g,k}$	16	17,6	19,2	20,8	22,3	24	25,6
	$f_{t,90,g,k}$	0,5						
Compressione	$f_{c,0,g,k}$	20	22	24	26	28	30	32
	$f_{c,90,g,k}$	2,5						
Taglio	$f_{v,g,k}$	3,5						
Rototaglio	$f_{r,g,k}$	1,2						
Modulo di elasticità	$E_{0,g,mean}$	8400	10500	11500	12100	12600	13600	14200
	$E_{0,g,05}$	7000	8800	9600	10100	10500	11300	11800
	$E_{90,g,mean}$	300						
	$E_{90,g,05}$	250						
Modulo a taglio	$G_{g,mean}$	650						
	$G_{g,05}$	540						
Modulo a rototaglio	$G_{r,g,mean}$	65						
	$G_{r,g,05}$	54						
Densità	$\rho_{g,k}$	340	370	385	405	425	430	440
	$\rho_{g,mean}$	370	410	420	445	460	480	490

Proprietà	Simbolo	GL20c	GL22c	GL24c	GL26c	GL28c	GL30c	GL32c
Flessione	$f_{m,g,k}$	20	22	24	26	28	30	32
Trazione	$f_{t,0,g,k}$	15	16	17	19	19,5	19,5	19,5
	$f_{t,90,g,k}$	0,5						
Compressione	$f_{c,0,g,k}$	18,5	20	21,5	23,5	24	24,5	24,5
	$f_{c,90,g,k}$	2,5						
Taglio	$f_{v,g,k}$	3,5						
Rototaglio	$f_{r,g,k}$	1,2						
Modulo di elasticità	$E_{0,g,mean}$	10400	10400	11000	12000	12500	13000	13500
	$E_{0,g,05}$	8600	8600	9100	10000	10400	10800	11200
	$E_{90,g,mean}$	300						
	$E_{90,g,05}$	250						
Modulo a taglio	$G_{g,mean}$	650						
	$G_{g,05}$	540						
Modulo a rototaglio	$G_{r,g,mean}$	65						
	$G_{r,g,05}$	54						
Densità	$\rho_{g,k}$	355	355	365	385	390	390	400
	$\rho_{g,mean}$	390	390	400	420	420	430	440

Classi di resistenza (UNI EN 14080, 2013).

*Nel presente progetto gli elementi in legno lamellare sono di classe GL24h.*

I componenti in legno lamellare dovranno avere idonea marcatura CE conformemente alla norma EN 14080:2013.

Tabella I - Classi di servizio

Classe di servizio 1	È caratterizzata da un'umidità del materiale in equilibrio con l'ambiente a una temperatura di 20° C e un'umidità relativa dell'aria circostante che non superi il 65% se non per poche settimane all'anno.
Classe di servizio 2	È caratterizzata da un'umidità del materiale in equilibrio con l'ambiente a una temperatura di 20° C e un'umidità relativa dell'aria circostante che non superi il 85% se non per poche settimane all'anno.
Classe di servizio 3	È caratterizzata da umidità più elevata di quella della classe di servizio 2.

Tabella II – Coefficienti di sicurezza parziali per le proprietà dei materiali (γ<sub>m</sub>) Colonna A

Stati limite ultimi	γ <sub>m</sub>
-combinazioni fondamentali	
legno massiccio	1,50
legno lamellare incollato	1,45
pannelli di particelle o di fibre	1,45
LVL, compensato, OSB	1,40
unioni	1,50
-combinazioni eccezionali	1,00

Tabella III – Valori di k<sub>mod</sub> 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	EN 14081-1 EN 14080	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
Legno lamellare	EN 14374, EN 14279	2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
Incollato Micro lamellare(LVL)		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90

Tabella IV – Valori di k<sub>def</sub> per legno e prodotti strutturali a base di legno

Materiale	Riferimento	Classe di servizio		
		1	2	3
Legno massiccio	EN 14081-1 EN 14080	0,60	0,80	2,00
Legno lamellare Incollato Micro	EN 14374, EN 14279			

lamellare(LVL)				
----------------	--	--	--	--

## VALORI DI CALCOLO DELLE RESISTENZE DI ELEMENTI LIGNEI ESPOSTI AL FUOCO

Il valore di calcolo  $X_d$  di una resistenza del legno si calcola mediante la relazione:

$$X_{fi,d} = k_{mod,fi} k_{fi} X_k / \gamma_{M,fi}$$

$X_k$  valore caratteristico della proprietà del legno

$\gamma_{M,fi}$  coeff. parziale di sicurezza

$k_{mod,fi}$  coeff. di correzione, funzione della temperatura e dell'umidità

$k_{fi}$  coeff. Dipendente dal tipo di legno

$$E_{fi,d} = k_{mod,fi} k_{fi} E_{k,05} / \gamma_{M,fi}$$

$$G_{fi,d} = k_{mod,fi} k_{fi} G_{k,05} / \gamma_{M,fi}$$

*Coefficienti per legno lamellare*

Coefficiente  $\gamma_{M,fi} = 1.00$

Coefficiente  $k_{mod,fi} = 1.00$

Coefficiente  $k_{fi} = 1.15$

*Valori caratteristici di calcolo GL24h*

flessione	$f_{m,fi,d}$	27,60 MPa
traz. parallela alle fibre	$f_{t,0,fi,d}$	18,98 MPa
traz. ortog. alle fibre	$f_{t,90,fi,d}$	0,46 MPa
compr. parallela alle fibre	$f_{c,0,fi,d}$	27,60 MPa
compr. ortog. alle fibre	$f_{c,90,fi,d}$	3,11 MPa
taglio	$f_{v,fi,d}$	3,11 MPa

*Rigidezze*

mod. elast. parall. medio	$E_{0,fi,d}$	10810 MPa
mod. elast. ortog. Medio	$E_{90,fi,d}$	449 MPa
modulo di taglio medio	$G_{fi,d}$	828 MPa

### METODO DELLA SEZIONE EFFICACE

Si calcola la sezione efficace riducendo la sezione iniziale dell'effettiva profondità di carbonizzazione.

La carbonizzazione deve essere considerata per tutte le superfici direttamente esposte all'incendio.

Non è necessario considerare la carbonizzazione per superfici di elementi protette da altri elementi.

Ipotesi di progetto: non ci sono rivestimenti protettivi che ricoprono le strutture esposte all'azione del fuoco.

Conseguenze: le uniche superfici protette sono quelle in aderenza con il tavolato.

I processi di carbonizzazione possibili sono quindi i seguenti:

- carbonizzazione su tre superfici
- carbonizzazione su quattro superfici

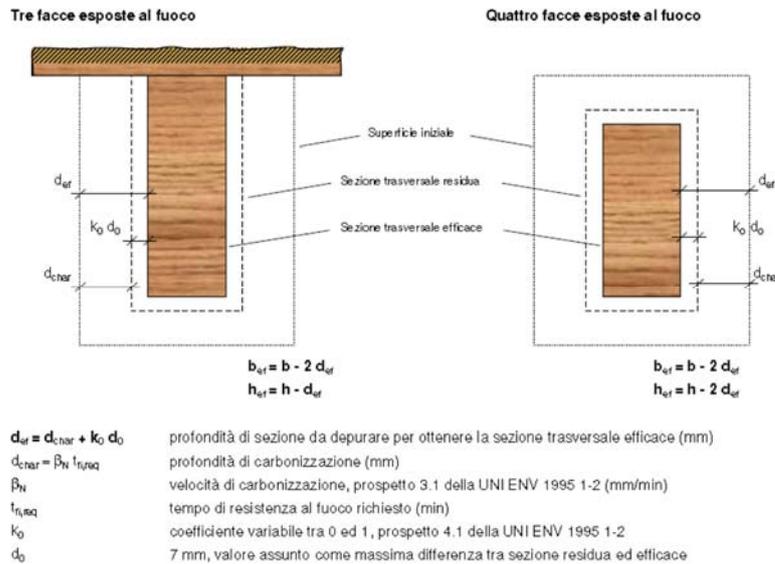


Tabella V - Velocità di carbonizzazione  $\beta_N$  ( $\beta_0$ )

Materiale	$\beta_N$ [mm/minuto]
<b>a) Conifere e faggio</b>	
Legno massiccio con massa volumica caratteristica non inferiore a 290 kg/m <sup>3</sup>	0.8
Legno lamellare incollato con massa volumica caratteristica non inferiore a 290 kg/m <sup>3</sup>	0.7
<b>b) Latifoglie</b>	
Legno massiccio o legno lamellare incollato con massa volumica caratteristica non inferiore a 290 kg/m <sup>3</sup>	0.7
Legno massiccio o legno lamellare incollato con massa volumica caratteristica non inferiore a 450 kg/m <sup>3</sup>	0.55
<b>c) LVL</b>	
con massa volumica caratteristica non inferiore a 480 kg/m <sup>3</sup>	0.7

## 2.2 ACCIAIO DA CARPENTERIA

Per il materiale acciaio si assumono i valori riportati nel prospetto seguente:

prospetto 3.1 Valori nominali della resistenza di snervamento  $f_y$  e della resistenza ultima a trazione  $f_u$  per acciai strutturali laminati a caldo

Norma e tipo di acciaio	Spessore nominale dell'elemento $t$ [mm]			
	$t \leq 40$ mm		$40 \text{ mm} < t \leq 80$ mm	
	$f_y$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_u$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_y$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_u$ [N/mm <sup>2</sup> ]
<b>EN 10025-2</b>				
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	510	335	470
S 450	440	550	410	550

Tabella VI - Classi di resistenza (UNI EN 1993-1-1, 2005).

I componenti in acciaio strutturali dovranno avere idonea marcatura CE conformemente alla norma EN 1090-1.

*Nel presente progetto gli elementi metallici sono di classe S275*

## 2.3 CHIODI, VITI E STAFFE METALLICHE STANDARD

Per chiodi, viti, staffe metalliche e per tutta la ferramenta standard reperibile in commercio si assumono i valori di resistenza di progetto forniti dal produttore: ad ogni elemento dovrà corrispondere idonea marcatura CE.

## 2.4 SPINOTTI/BULLONI, BARRE FILETTATE E RESINA CHIMICA

Se non espressamente indicato diversamente, gli spinotti/bulloni utilizzati sono di classe 8.8, così come le barre filettate. Se non espressamente indicato diversamente la resina chimica utilizzata per l'inghisaggio delle barre filettate è la resina chimica WIT-VM 250 della ditta WURTH.

**Table 3.1: Nominal values of the yield strength  $f_{yb}$  and the ultimate tensile strength  $f_{ub}$  for bolts**

Bolt class	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	10.9
$f_{yb}$ (N/mm <sup>2</sup> )	240	320	300	400	480	640	900
$f_{ub}$ (N/mm <sup>2</sup> )	400	400	500	500	600	800	1000

Tabella VII - Classi di resistenza (UNI EN 1993-1-8, 2005).

## Capitolo 3 - ANALISI DEI CARICHI

### 3.1 CARICHI PERMANENTI

CARICO AGENTE ALL'ESTRADOSSO SUGLI ARCARECCI:

<b>PACCHETTO COPERTURA ARCARECCI ESTRADOSSO</b>					
	Base	Altezza	Interasse	Peso specifico	Carico
FOTOVOLTAICO					18,0 kg/mq
MANTO					24,0 kg/mq
<b>TOTALE PORTATO</b>					<b>0,42 KN/mq</b>
<b>PESO PORTATO ADOTTATO AI FINI DEL DIMENSIONAMENTO</b>					<b>0,50 KN/mq</b>

CARICO AGENTE SUI TRAVETTI INSERITI NEI PANNELLI DI CONTROSOFFITTO:

<b>PACCHETTO COPERTURA TRAVETTO INSERITO IN PANNELLO</b>					
	Base	Altezza	Interasse	Peso specifico	Carico
TELI VARI					1,0 kg/mq
ISOLANTE		60 mm		40 kg/m3	2,4 kg/mq
OSB 15MM		30 mm		550 kg/m3	16,5 kg/mq
CELENIT		25 mm		400 kg/m3	10,0 kg/mq
<b>TOTALE PORTATO</b>					<b>0,30 KN/mq</b>
<b>PESO PORTATO ADOTTATO AI FINI DEL DIMENSIONAMENTO</b>					<b>0,30 KN/mq</b>

CARICO AGENTE SULLE TRAVI DEL "FINTO CASSONATO":

<b>PACCHETTO COPERTURA TRAVI FINTO CASSONATO</b>					
	Base	Altezza	Interasse	Peso specifico	Carico
LISTELLO INTERPOSTO	160 mm	160 mm	700 mm	420 kg/m3	15,4 kg/mq
TELI VARI					1,0 kg/mq
ISOLANTE		60 mm		40 kg/m3	2,4 kg/mq
OSB 15MM		30 mm		550 kg/m3	16,5 kg/mq
CELENIT		25 mm		400 kg/m3	10,0 kg/mq
<b>TOTALE PORTATO</b>					<b>0,45 KN/mq</b>
<b>PESO PORTATO ADOTTATO AI FINI DEL DIMENSIONAMENTO</b>					<b>0,50 KN/mq</b>

CARICO TOTALE AGENTE SULLE TRAVI PRINCIPALI BIFALDA:

<b>PACCHETTO COPERTURA TOTALE</b>					
	Base	Altezza	Interasse	Peso specifico	Carico
FOTOVOLTAICO					18,0 kg/mq
MANTO					25,0 kg/mq
ARCARECCI	200 mm	200 mm	3000 mm	420 kg/m3	5,6 kg/mq
TRAVETTO ESTETICO	160 mm	520 mm	5900 mm	420 kg/m3	5,9 kg/mq
TRAVETTO PORTANTE INTERPOS	160 mm	160 mm	700 mm	420 kg/m3	15,4 kg/mq
TELI VARI					1,0 kg/mq
ISOLANTE		60 mm		40 kg/m3	2,4 kg/mq
OSB 15MM		30 mm		550 kg/m3	16,5 kg/mq
CELENIT		25 mm		400 kg/m3	10,0 kg/mq
CARICHI APPESI					12,0 kg/mq
<b>TOTALE PORTATO</b>					<b>1,12 KN/mq</b>
<b>PESO PORTATO ADOTTATO AI FINI DEL DIMENSIONAMENTO</b>					<b>1,15 KN/mq</b>

CARICO AGENTE SULLE MENSOLE DI TESTATA

<b>PACCHETTO VELETTA AGENTI SU MENSOLE</b>					
	Base	Altezza	Interasse	Peso specifico	Carico
LAMIERA SOSTEGNO AQUAPANEL					<b>25,0 kg/mq</b>
AQUAPANEL + INTONACO		<b>20 mm</b>		<b>1200 kg/m3</b>	<b>24,0 kg/mq</b>
<b>TOTALE PORTATO</b>					<b>0,49 KN/mq</b>
<b>PESO VELETTA PORTATO ADOTTATO AI FINI DEL DIMENSIONAMENTO</b>					<b>0,50 KN/mq</b>

Si considera altresì un carico uniformemente distribuito sulle travi di mensola dovuto ai carichi appesi di 0,15 KN/mq

3.2 CARICHI ACCIDENTALI

In copertura è stato considerato un carico accidentale di 0.50 kN/m<sup>2</sup> per sola manutenzione categoria H.

Cat.	Ambienti	q <sub>k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	Q <sub>k</sub> [kN]	H <sub>k</sub> [kN/m]
D	Ambienti ad uso commerciale			
	Cat. D1 Negozi	4,00	4,00	2,00
	Cat. D2 Centri commerciali, mercati, grandi magazzini	5,00	5,00	2,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	Secondo categoria d'uso servita		
E	Aree per immagazzinamento e uso commerciale ed uso industriale			
	Cat. E1 Aree per accumulo di merci e relative aree d'accesso, quali biblioteche, archivi, magazzini, depositi, laboratori manifatturieri	≥ 6,00	7,00	1,00*
	Cat. E2 Ambienti ad uso industriale	da valutarsi caso per caso		
F-G	Rimesse e aree per traffico di veicoli (esclusi i ponti)			
	Cat. F Rimesse, aree per traffico, parcheggio e sosta di veicoli leggeri (peso a pieno carico fino a 30 kN)	2,50	2 x 10,00	1,00**
	Cat. G Aree per traffico e parcheggio di veicoli medi (peso a pieno carico compreso fra 30 kN e 160 kN), quali rampe d'accesso, zone di carico e scarico merci.	da valutarsi caso per caso e comunque non minori di 5,00      2 x 50,00      1,00**		
H-I-K	Coperture			
	Cat. H Coperture accessibili per sola manutenzione e riparazione	0,50	1,20	1,00
	Cat. I Coperture praticabili di ambienti di categoria d'uso compresa fra A e D	secondo categorie di appartenenza		
	Cat. K Coperture per usi speciali, quali impianti, eliporti.	da valutarsi caso per caso		

Tale carico accidentale è stato considerato anche sui pannelli di controsoffitto aumentato del 50% per considerare le operazioni di montaggio comprensive delle attrezzature e dei materiali stoccati provvisoriamente.  $0.5 \cdot 1.5 = 0.75 \text{ kN/m}^2$

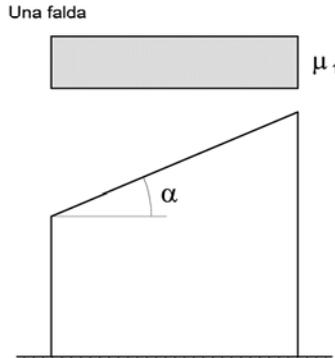
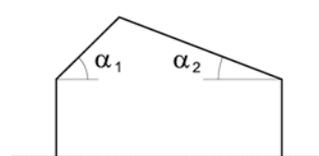
3.3 CARICHI ECCEZIONALI

Tutti gli elementi strutturali e relative connessioni sono verificati in combinazione eccezionale di incendio per una resistenza come segue:

R : 60

### 3.4 CARICO NEVE AGENTE SULLA COPERTURA

Il carico neve in copertura per unità di superficie è di 1.20 kN/m<sup>2</sup>. Il calcolo del carico neve al suolo e in copertura è riassunto nella tabella sottostante:

CARICO NEVE AL SUOLO																					
$a_s$	50 m																				
<p><b>zonazione</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">zona I- Alpina</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">▼</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">1,50</td> <td style="width: 50%;">kN/m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>zona I- Mediterranea</td> <td style="text-align: center;">▼</td> <td style="text-align: center;">1,50</td> <td>kN/m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>zona II</td> <td style="text-align: center;">▼</td> <td style="text-align: center;">1,00</td> <td>kN/m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>zona III</td> <td style="text-align: center;">▼</td> <td style="text-align: center;">0,60</td> <td>kN/m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>indagini locali</td> <td style="text-align: center;">▼</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td>kN/m<sup>2</sup></td> </tr> </table>		zona I- Alpina	▼	1,50	kN/m <sup>2</sup>	zona I- Mediterranea	▼	1,50	kN/m <sup>2</sup>	zona II	▼	1,00	kN/m <sup>2</sup>	zona III	▼	0,60	kN/m <sup>2</sup>	indagini locali	▼	5	kN/m <sup>2</sup>
zona I- Alpina	▼	1,50	kN/m <sup>2</sup>																		
zona I- Mediterranea	▼	1,50	kN/m <sup>2</sup>																		
zona II	▼	1,00	kN/m <sup>2</sup>																		
zona III	▼	0,60	kN/m <sup>2</sup>																		
indagini locali	▼	5	kN/m <sup>2</sup>																		
<p><b>N.B.:</b> tale zonazione non può tenere conto di aspetti specifici e locali che, se necessario, dovranno essere definiti singolarmente</p>																					
<p><b>N.B.:</b> Per altitudini superiori a 1500 m sul livello del mare si dovrà fare riferimento alle condizioni locali di clima e di esposizione utilizzando comunque valori di carico neve non inferiori a quelli previsti per 1500 m</p>																					
<b>zona adottata</b>	zona I- Mediterranea      1,50 kN/m <sup>2</sup>																				
COEFFICIENTE TERMICO																					
coefficiente termico	$C_t$ 1																				
COEFFICIENTE TOPOGRAFIA																					
classe di topografia	$C_e$ 0																				
	$C_e$ 1																				
COEFFICIENTE DI FORMA PER LE COPERTURE AD UNA O DUE FALDE																					
<p><b>N.B.:</b> Per coperture a più falde, per coperture con forme diverse, così come per coperture contigue a edifici più alti o per accumulo di neve contro parapetti o più in generale per altre situazioni ritenute significative dal progettista si deve fare riferimento a normative di comprovata validità</p>																					
<p><b>N.B.:</b> Si assume che la neve non sia impedita di scivolare. Se l'estremità più bassa della falda termina con un parapetto, una barriera od altre costruzioni, allora il coefficiente di forma non potrà essere assunto inferiore a 0,8 indipendentemente dall'angolo <math>\alpha</math>.</p>																					
<p>Una falda</p>  <p style="text-align: center;"><math>\mu_1</math></p>	<p>Due falde</p> <p>Caso I      <math>\mu_1(\alpha_1)</math>      <math>\mu_1(\alpha_2)</math></p> <p>Caso II      <math>0.5 \mu_1(\alpha_1)</math>      <math>\mu_1(\alpha_2)</math></p> <p>Caso III      <math>\mu_1(\alpha_1)</math>      <math>0.5 \mu_1(\alpha_2)</math></p> 																				
<p><b>falda unica</b></p> <p>angolo di inclinazione      <math>\alpha</math>      17°</p> <p>coefficiente di forma      <math>\mu</math>      0,800</p>	<p><b>falda 1</b></p> <p><math>\alpha_1</math>      17°      <math>\alpha_2</math>      17°</p> <p><math>\mu_1</math>      0,800      <math>\mu_2</math>      0,800</p>																				
<p><b>carico da neve in copertura (kN/m<sup>2</sup>)</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;"><math>q_s</math></td> <td style="width: 50%; text-align: center;">1,20</td> </tr> </table>	$q_s$	1,20	<p><b>carico da neve in copertura (kN/m<sup>2</sup>)</b></p> <p><b>carico da neve senza vento</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;"><math>q_s</math></td> <td style="width: 50%; text-align: center;">1,20</td> <td style="width: 50%;"></td> <td style="width: 50%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><math>q_s</math></td> <td style="text-align: center;">1,20</td> <td style="text-align: center;"><math>q_s</math></td> <td style="text-align: center;">1,20</td> </tr> </table> <p><b>carico da neve con vento peggiore tra caso II e III</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;"><math>q_s</math></td> <td style="width: 50%; text-align: center;">0,60</td> <td style="width: 50%;"></td> <td style="width: 50%;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><math>q_s</math></td> <td style="text-align: center;">1,20</td> <td style="text-align: center;"><math>q_s</math></td> <td style="text-align: center;">0,60</td> </tr> </table>	$q_s$	1,20			$q_s$	1,20	$q_s$	1,20	$q_s$	0,60			$q_s$	1,20	$q_s$	0,60		
$q_s$	1,20																				
$q_s$	1,20																				
$q_s$	1,20	$q_s$	1,20																		
$q_s$	0,60																				
$q_s$	1,20	$q_s$	0,60																		

### 3.5 CARICO DEL VENTO

2) Emilia Romagna

Zona	$v_{b,0}$ [m/s]	$a_0$ [m]	$k_s$
2	25	750	0,45
$a_s$ (altitudine sul livello del mare [m])			50
$T_R$ (Tempo di ritorno)			50
$v_b = v_{b,0} \cdot c_a \quad c_a = 1 \text{ per } a_s \leq a_0$			
$c_a = 1 + k_s (a_s/a_0 - 1) \text{ per } a_0 < a_s \leq 1500 \text{ m}$			
$c_a = 1$	$v_b$ [m/s] = 25,000		
$v_r = v_b \cdot c_r \quad c_r = 0,75 \cdot \{1 - 0,2 \cdot \ln[-\ln(1 - 1/T_r)]\}^{0,5}$			
$c_r = 1,00000$	$v_r$ [m/s] = 25,000		



$p$  (pressione del vento [N/mq]) =  $q_r \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$   
 $q_r$  (pressione cinetica di riferimento [N/mq])  
 $c_e$  (coefficiente di esposizione)  
 $c_p$  (coefficiente di pressione)  
 $c_d$  (coefficiente dinamico)

Pressione cinetica di riferimento

$q_r = 1/2 \cdot \rho \cdot v_r^2 \quad (\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3)$

$q_r$ [N/mq]	390,63
--------------	--------

Coefficiente di pressione

Esso dipende dalla tipologia e dalla geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento. Il suo valore può essere ricavato da dati suffragati da opportuna documentazione o da prove sperimentali in galleria del vento.

Coefficiente dinamico

Esso può essere assunto autelativamente pari ad 1 nelle costruzioni di tipologia ricorrente, quali gli edifici di forma regolare non eccedenti 80 m di altezza ed i capannoni industriali, oppure può essere determinato mediante analisi specifiche o facendo riferimento a dati di comprovata affidabilità.

Coefficiente di esposizione

Classe di rugosità del terreno

B) Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive

Categoria di esposizione

ZONE 1,2,3,4,5	ZONA 6	ZONE 7,8	ZONA 9																																																																																
<table border="1"> <tr><td>A</td><td>--</td><td>IV</td><td>IV</td><td>V</td><td>V</td><td>V</td></tr> <tr><td>B</td><td>--</td><td>III</td><td>III</td><td>IV</td><td>IV</td><td>IV</td></tr> <tr><td>C</td><td>--</td><td>*</td><td>III</td><td>III</td><td>IV</td><td>IV</td></tr> <tr><td>D</td><td>I</td><td>II</td><td>II</td><td>II</td><td>III</td><td>**</td></tr> </table>	A	--	IV	IV	V	V	V	B	--	III	III	IV	IV	IV	C	--	*	III	III	IV	IV	D	I	II	II	II	III	**	<table border="1"> <tr><td>A</td><td>--</td><td>III</td><td>IV</td><td>V</td><td>V</td></tr> <tr><td>B</td><td>--</td><td>II</td><td>III</td><td>IV</td><td>IV</td></tr> <tr><td>C</td><td>--</td><td>II</td><td>III</td><td>III</td><td>IV</td></tr> <tr><td>D</td><td>I</td><td>I</td><td>II</td><td>II</td><td>III</td></tr> </table>	A	--	III	IV	V	V	B	--	II	III	IV	IV	C	--	II	III	III	IV	D	I	I	II	II	III	<table border="1"> <tr><td>A</td><td>--</td><td>--</td><td>IV</td></tr> <tr><td>B</td><td>--</td><td>--</td><td>IV</td></tr> <tr><td>C</td><td>--</td><td>--</td><td>III</td></tr> <tr><td>D</td><td>I</td><td>II</td><td>*</td></tr> </table>	A	--	--	IV	B	--	--	IV	C	--	--	III	D	I	II	*	<table border="1"> <tr><td>A</td><td>--</td><td>I</td></tr> <tr><td>B</td><td>--</td><td>I</td></tr> <tr><td>C</td><td>--</td><td>I</td></tr> <tr><td>D</td><td>I</td><td>I</td></tr> </table>	A	--	I	B	--	I	C	--	I	D	I	I
A	--	IV	IV	V	V	V																																																																													
B	--	III	III	IV	IV	IV																																																																													
C	--	*	III	III	IV	IV																																																																													
D	I	II	II	II	III	**																																																																													
A	--	III	IV	V	V																																																																														
B	--	II	III	IV	IV																																																																														
C	--	II	III	III	IV																																																																														
D	I	I	II	II	III																																																																														
A	--	--	IV																																																																																
B	--	--	IV																																																																																
C	--	--	III																																																																																
D	I	II	*																																																																																
A	--	I																																																																																	
B	--	I																																																																																	
C	--	I																																																																																	
D	I	I																																																																																	

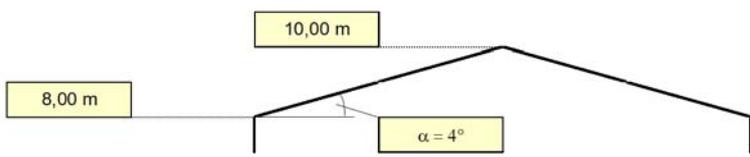
\* Categoria II in zona 1,2,3,4  
 Categoria III in zona 5  
 \*\* Categoria III in zona 2,3,4,5  
 Categoria IV in zona 1

Zona	Classe di rugosità	$a_s$ [m]
2	B	50

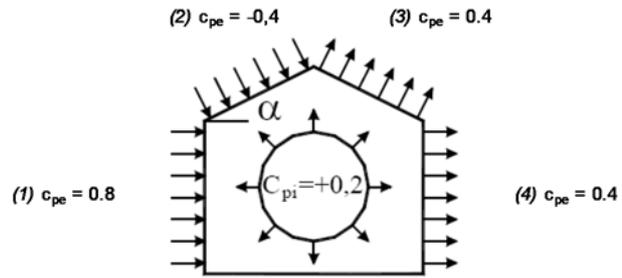
$c_e(z) = k_r^2 \cdot c_t \cdot \ln(z/z_0) [7 + c_r \cdot \ln(z/z_0)] \text{ per } z \geq z_{min}$   
 $c_e(z) = c_e(z_{min}) \text{ per } z < z_{min}$

Cat. Esposiz.	$k_r$	$z_0$ [m]	$z_{min}$ [m]	$c_t$
IV	0,22	0,3	8	1

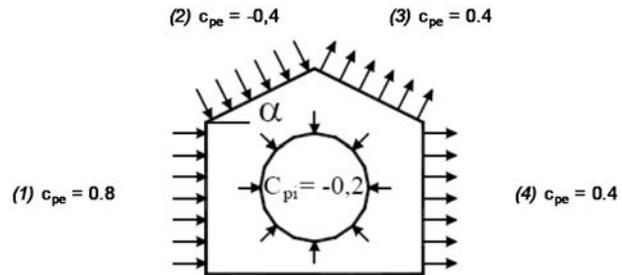
$z$ [m]	$c_e$
$z \leq 8$	1,634
$z = 8$	1,634
$z = 10$	1,783



(1)	$c_p$	$p$ [kN/mq]
	0,60	0,383
(2)	$c_p$	$p$ [kN/mq]
	-0,60	-0,418
(3)	$c_p$	$p$ [kN/mq]
	0,60	0,418
(4)	$c_p$	$p$ [kN/mq]
	0,60	0,383

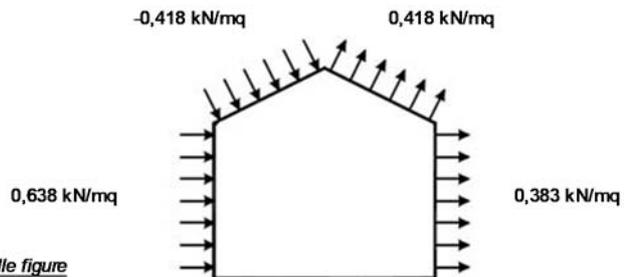


(1)	$c_p$	$p$ [kN/mq]
	1,00	0,638
(2)	$c_p$	$p$ [kN/mq]
	-0,20	-0,139
(3)	$c_p$	$p$ [kN/mq]
	0,20	0,139
(4)	$c_p$	$p$ [kN/mq]
	0,20	0,128



Combinazione più sfavorevole:

	$p$ [kN/mq]
(1)	0,638
(2)	-0,418
(3)	0,418
(4)	0,383



**N.B.** Se  $p$  (o  $c_{pe}$ ) è > 0 il verso è concorde con le frecce delle figure

### 3.6 COMBINAZIONI DI CARICO

Si determinano le varie combinazioni di carico che si ritengono significative per il dimensionamento degli elementi strutturali. In accordo con le Norme Tecniche 2018 (2.5.3) le combinazioni possono essere simbolicamente rappresentate come di seguito indicato:

#### 2.5.3. COMBINAZIONI DELLE AZIONI

Ai fini delle verifiche degli stati limite, si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni.

– Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.1]$$

– Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.2]$$

– Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.3]$$

– Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.4]$$

– Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad [2.5.5]$$

– Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali A:

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad [2.5.6]$$

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} Q_{kj} \quad [2.5.7]$$

Nelle combinazioni si intende che vengano omessi i carichi  $Q_{kj}$  che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi  $G_2$ .

I valori dei coefficienti per la combinazione dei carichi utilizzati sono riassunti nelle tabelle sottostanti:

**Tab. 2.5.I** – Valori dei coefficienti di combinazione

Categoria/Azione variabile	$\Psi_{0j}$	$\Psi_{1j}$	$\Psi_{2j}$
Categoria A - Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B - Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C - Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D - Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E – Aree per immagazzinamento, uso commerciale e uso industriale Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F - Rimesse , parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso $\leq 30$ kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G – Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso $> 30$ kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H - Coperture accessibili per sola manutenzione	0,0	0,0	0,0
Categoria I – Coperture praticabili	da valutarsi caso per caso		
Categoria K – Coperture per usi speciali (impianti, eliporti, ...)			
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota $\leq 1000$ m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota $> 1000$ m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

**Tab. 2.6.I** – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

		Coefficiente	EQU	A1	A2
		$\gamma_F$			
Carichi permanenti $G_1$	Favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali $G_2^{(1)}$	Favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	$\gamma_{Q1}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

<sup>(1)</sup> Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali o di una parte di essi (ad es. carichi permanenti portati) sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti parziali validi per le azioni permanenti.

Nel nostro caso i carichi permanenti non strutturali sono compiutamente definiti: pertanto si possono adottare per essi gli stessi coefficienti validi per le azioni permanent

## Capitolo 4 - VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI

### ANALISI E VERIFICA DEL TRAVETTO DEL PANNELLO DI CONTROSOFFITTO – travetto centrale



Caratteristiche dei materiali	
Legno lamellare	GL24h
Classe di servizio legname	1
Dati schema strutturale	
Lunghezza trave (cm)	600.0
Interasse travi (cm)	66.0
<p>600.0 cm - Volume = 0.154 mc</p>	
Dati sezione	
Sezione rettangolare (cm)	
Misure: $b \times h$	16.0 × 16.0
Area sezione (cm <sup>2</sup> )	256.0
Momento di inerzia $J_{x-x}$ (cm <sup>4</sup> )	5461.3

Dati carichi	
Peso proprio trave (medio in daN/m)	10.8
Carichi permanenti (daN/mq)	30.0
Carichi accidentali (daN/mq)	75.0

Sollecitazioni e verifiche per combinazione fondamentale

Combinazione Fondamentale: 1.30×Permanenti + 1.50×Accidentali 1	
Resistenze di calcolo legno (daN/cm <sup>2</sup> )	
Coefficiente di correzione K <sub>mod</sub>	0.80
Coefficiente di sicurezza parziale	1.45
Flessione f <sub>m,d</sub>	132.414
Tensione parallela alla fibra f <sub>t,0,d</sub>	105.931
Compressione parallela alla fibra f <sub>c,0,d</sub>	132.414
Taglio f <sub>v,d</sub>	19.310
Verifiche trave	
Verifica tensioni longitudinali (resistenza)	
Momento flettente (daNcm)	49604.339
Tensione $\sigma_{m,d}$ (daN/cm <sup>2</sup> )	72.663
Valore verifica per flessione: $\sigma_{m,d} / f_{m,d}$	0.549 <= 1.0 (OK)
Verifica tensioni longitudinali (instabilità)	
Momento flettente (daNcm)	49604.339
Tensione $\sigma_{m,d}$ (daN/cm <sup>2</sup> )	72.663
Coefficiente riduttivo k <sub>crit,m</sub> per instabilità di trave	1.000
Valore verifica per flessione: $\sigma_{m,d} / (k_{crit,m} f_{m,d})$	0.549 <= 1.0 (OK)
Verifica tensioni tangenziali	
Sforzo di taglio (daN)	336.301
Tensione $\tau_{v,d}$ (daN/cm <sup>2</sup> )	1.971
Coefficiente riduttivo K <sub>cr</sub> per fessurazioni	0.714
Valore verifica: $\tau_{v,d} / (k_{cr} f_{v,d})$	0.143 <= 1.0 (OK)

Deformazioni per combinazione Rara

Combinazione Rara: 1.00×Permanenti + 1.00×Accidentali 1	
Spostamenti istantanei (cm)	
Verticale minimo	-2.012 = L/293
Spostamenti a tempo finale: $d_{fin} = d_{ist} + d_{ins\_qp} \times K_{def}$ (cm)	
Coefficiente K <sub>def</sub>	0.60
Verticale minimo	-2.696 = L/218

Reazioni vincolari per combinazione fondamentale

Combinazione Fondamentale: 1.30×Permanenti + 1.50×Accidentali 1				
Reazioni vincolari di progetto (in daN-daNcm da sinistra a destra)				
Appoggio	RX	RZ	MR	
001	0.0	336.3	0.0	
002	0.0	336.3	0.0	
Reazioni vincolari nominali (daN-daNcm)				
Permanenti				
Appoggio	RX	RZ	MR	
001	-0.0	90.2	0.0	
002	0.0	90.2	0.0	
Accidentali 1				
Appoggio	RX	RZ	MR	
001	-0.0	146.0	0.0	
002	0.0	146.0	0.0	

**ANALISI E VERIFICA DEL TRAVETTO DEL PANNELLO DI CONTROSOFFITTO – travetto di bordo**



Caratteristiche dei materiali	
Legno lamellare	GL24h
Classe di servizio legname	1
Dati schema strutturale	
Lunghezza trave (cm)	600.0
Interasse travi (cm)	33.0
<p>600.0 cm - Volume = 0.077 mc</p>	
Dati sezione	
Sezione rettangolare (cm)	
Misure: $b \times h$	8.0 × 16.0
Area sezione (cm <sup>2</sup> )	128.0
Momento di inerzia $J_{x-x}$ (cm <sup>4</sup> )	2730.7

Dati carichi	
Peso proprio trave (medio in daN/m)	5.4
Carichi permanenti (daN/mq)	30.0
Carichi accidentali (daN/mq)	75.0

Sollecitazioni e verifiche per combinazione fondamentale

Combinazione Fondamentale: 1.30×Permanenti + 1.50×Accidentali 1	
Resistenze di calcolo legno (daN/cm <sup>2</sup> )	
Coefficiente di correzione K <sub>mod</sub>	0.80
Coefficiente di sicurezza parziale	1.45
Flessione f <sub>m,d</sub>	132.414
Tensione parallela alla fibra f <sub>t,0,d</sub>	105.931
Compressione parallela alla fibra f <sub>c,0,d</sub>	132.414
Taglio f <sub>v,d</sub>	19.310
Verifiche trave	
Verifica tensioni longitudinali (resistenza)	
Momento flettente (daNcm)	24802.169
Tensione $\sigma_{m,d}$ (daN/cm <sup>2</sup> )	72.663
Valore verifica per flessione: $\sigma_{m,d} / f_{m,d}$	0.549 <= 1.0 (OK)
Verifica tensioni longitudinali (instabilità)	
Momento flettente (daNcm)	24802.169
Tensione $\sigma_{m,d}$ (daN/cm <sup>2</sup> )	72.663
Coefficiente riduttivo k <sub>crit,m</sub> per instabilità di trave	1.000
Valore verifica per flessione: $\sigma_{m,d} / (k_{crit,m} f_{m,d})$	0.549 <= 1.0 (OK)
Verifica tensioni tangenziali	
Sforzo di taglio (daN)	168.150
Tensione $\tau_{v,d}$ (daN/cm <sup>2</sup> )	1.971
Coefficiente riduttivo K <sub>cr</sub> per fessurazioni	0.714
Valore verifica: $\tau_{v,d} / (k_{cr} f_{v,d})$	0.143 <= 1.0 (OK)

Deformazioni per combinazione Rara

Combinazione Rara: 1.00×Permanenti + 1.00×Accidentali 1	
Spostamenti istantanei (cm)	
Verticale minimo	-2.012 = L/293
Spostamenti a tempo finale: $d_{fin} = d_{ist} + d_{ins\_qp} \times K_{def}$ (cm)	
Coefficiente K <sub>def</sub>	0.60
Verticale minimo	-2.696 = L/218

Reazioni vincolari per combinazione fondamentale

Combinazione Fondamentale: 1.30×Permanenti + 1.50×Accidentali 1				
Reazioni vincolari di progetto (in daN-daNcm da sinistra a destra)				
Appoggio	RX	RZ	MR	
001	0.0	168.2	0.0	
002	0.0	168.2	0.0	
Reazioni vincolari nominali (daN-daNcm)				
Permanenti				
Appoggio	RX	RZ	MR	
001	-0.0	45.1	0.0	
002	0.0	45.1	0.0	
Accidentali 1				
Appoggio	RX	RZ	MR	
001	-0.0	73.0	0.0	
002	0.0	73.0	0.0	

**ANALISI E VERIFICA DELLA TRAVE\_2 DEL "FINTO CASSONATO"**

Caratteristiche dei materiali	
Legno lamellare	GL24h
Classe di servizio legname	1
Dati schema strutturale	
Lunghezza trave (cm)	420.0
Interasse travi (cm)	586.0
Dati sezione	
Sezione rettangolare (cm)	
Misure: $b \times h$	16.0 × 52.0
Area sezione (cm <sup>2</sup> )	832.0
Momento di inerzia $J_{x-x}$ (cm <sup>4</sup> )	187477.3

Dati carichi	
Peso proprio trave (medio in daN/m)	34.9
Carichi permanenti (daN/mq)	50.0
Carichi accidentali (daN/mq)	75.0

Sollecitazioni e verifiche per combinazione fondamentale

Combinazione Fondamentale: 1.30×Permanenti + 1.50×Accidentali 1	
Resistenze di calcolo legno (daN/cm <sup>2</sup> )	
Coefficiente di correzione $K_{mod}$	0.80
Coefficiente di sicurezza parziale	1.45
Flessione $f_{m,d}$	132.414
Tensione parallela alla fibra $f_{t,0,d}$	105.931
Compressione parallela alla fibra $f_{c,0,d}$	132.414
Taglio $f_{v,d}$	19.310
Verifiche trave	
Verifica tensioni longitudinali (resistenza)	
Momento flettente (daNcm)	228167.737

Tensione $\sigma_{m,d}$ (daN/cm <sup>2</sup> )	31.643
Valore verifica per flessione: $\sigma_{m,d} / f_{m,d}$	0.239 <= 1.0 (OK)
Verifica tensioni longitudinali (instabilità)	
Momento flettente (daNcm)	228167.737
Tensione $\sigma_{m,d}$ (daN/cm <sup>2</sup> )	31.643
Coefficiente riduttivo $k_{crit,m}$ per instabilità di trave	1.000
Valore verifica per flessione: $\sigma_{m,d} / (k_{crit,m} f_{m,d})$	0.239 <= 1.0 (OK)
Verifica tensioni tangenziali	
Sforzo di taglio (daN)	2226.027
Tensione $\tau_{v,d}$ (daN/cm <sup>2</sup> )	4.013
Coefficiente riduttivo $K_{cr}$ per fessurazioni	0.714
Valore verifica: $\tau_{v,d} / (k_{cr} f_{v,d})$	0.291 <= 1.0 (OK)

### Deformazioni per combinazione Rara

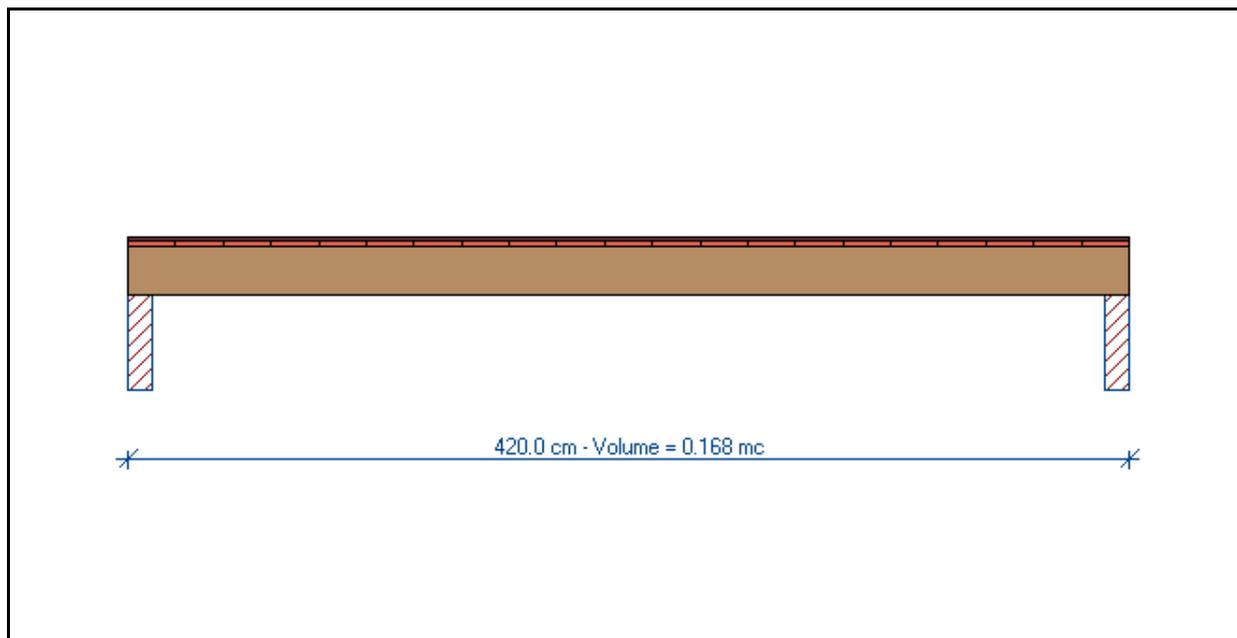
Combinazione Rara: 1.00×Permanenti + 1.00×Accidentali 1	
Spostamenti istantanei (cm)	
Verticale minimo	-0.131 = L/3129
Spostamenti a tempo finale: $d_{fin} = d_{ist} + d_{ins} \cdot q_p \times K_{def}$ (cm)	
Coefficiente $K_{def}$	0.60
Verticale minimo	-0.178 = L/2301

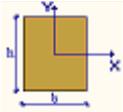
### Reazioni vincolari per combinazione fondamentale

Combinazione Fondamentale: 1.30×Permanenti + 1.50×Accidentali 1			
Reazioni vincolari di progetto (in daN-daNcm da sinistra a destra)			
Appoggio	RX	RZ	MR
001	0.0	2226.0	0.0
002	0.0	2226.0	0.0
Reazioni vincolari nominali (daN-daNcm)			
Permanenti			
Appoggio	RX	RZ	MR
001	-0.0	672.7	0.0
002	0.0	672.7	0.0
Accidentali 1			
Appoggio	RX	RZ	MR
001	-0.0	901.0	0.0
002	0.0	901.0	0.0

### ANALISI E VERIFICA DELL'ARCARECCIO\_1 DI COPERTURA

Caratteristiche materiali	
Legno lamellare	GL24h
Classe di servizio	1
Dati schema strutturale	
Lunghezza trave (cm)	420.0
Interasse travi (cm)	295.0



Dati sezione	
Sezione rettangolare (cm)	
Misure: B x H	20.0 x 20.0
Area sezione (cm <sup>2</sup> )	400.0
Momento di inerzia J <sub>x-x</sub> (cm <sup>4</sup> )	13333.3
Momento di inerzia J <sub>y-y</sub> (cm <sup>4</sup> )	13333.3
Resistenza al fuoco (min.)	60
Velocità di carbonizzazione (mm/min.)	1
Base ridotta (cm)	10.2
Altezza H ridotta (cm)	15.1
Area sezione ridotta (cm <sup>2</sup> )	154.0
Modulo di resistenza sezione ridotta W <sub>x-x</sub> (cm <sup>3</sup> )	387.6
Modulo di resistenza sezione ridotta W <sub>y-y</sub> (cm <sup>3</sup> )	261.8

Dati carichi	
Peso proprio trave (medio in daN/m)	16.8
Carichi permanenti (daN/mq)	50.0
Carico neve (daN/mq)	120.0

### Sollecitazioni e verifiche per combinazione fondamentale

Combinazione Fondamentale: 1.30×Permanenti + 1.50×Neve_1	
Resistenze di calcolo legno (daN/cm <sup>2</sup> )	
Coefficiente di correzione K <sub>mod</sub>	0.90
Coefficiente di sicurezza parziale	1.45
Flessione f <sub>m,d</sub>	148.966
Trazione parallela f <sub>t,0,d</sub>	119.172
Compressione parallela f <sub>c,0,d</sub>	148.966
Taglio f <sub>v,d</sub>	21.724
Verifiche trave	
Verifica tensioni longitudinali (resistenza)	
Momento flettente X-X (daNcm)	156204.622
Momento flettente Y-Y (daNcm)	10922.891

Tensione $\sigma_{m,d}$ (daN/cm <sup>2</sup> )	117.153
Valore verifica per flessione deviata: $\sigma_{m,d} / f_{m,d}$	0.825 <= 1.0 (OK)
Verifica tensioni longitudinali (stabilità)	
Momento flettente X-X (daNcm)	156204.622
Momento flettente Y-Y (daNcm)	10922.891
Tensione $\sigma_{m,d}$ (daN/cm <sup>2</sup> )	117.153
Coefficiente riduttivo $K_{crit,m}$ per instabilità di trave	1.000
Valore verifica per flessione deviata: $\sigma_{m,d} / (k_{crit,m} f_{m,d})$	0.825 <= 1.0 (OK)
Verifica tensioni tangenziali	
Sforzo di Taglio X(daN)	0.000
Sforzo di Taglio Y(daN)	1527.669
Tensione $\tau_{v,d}$ (daN/cm <sup>2</sup> )	5.729
Coefficiente riduttivo $K_{cr}$ per fessurazioni	0.714
Valore verifica per taglio: $\tau_{v,d} / (k_{cr} f_{v,d})$	0.369 <= 1.0 (OK)

### Deformazioni per combinazione Rara

Combinazione Rara: 1.00×Permanenti + 1.00×Neve_1	
Spostamenti istantanei (cm)	
Verticale minimo	-1.245 = L/329
Spostamenti a tempo finale: $d_{fin} = d_{ist} + d_{ins\_qp} \times K_{def}$ (cm)	
Coefficiente $K_{def}$	0.60
Verticale minimo	-1.482 = L/276

### Reazioni vincolari per combinazione fondamentale

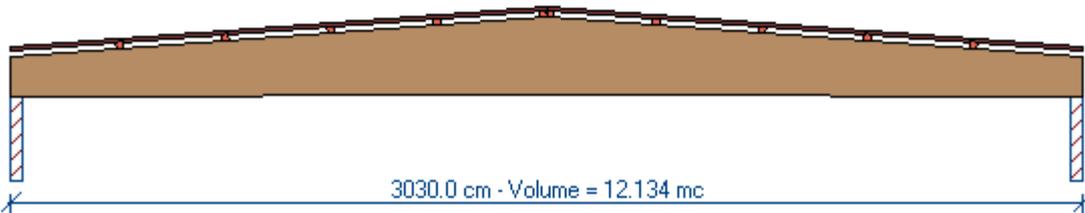
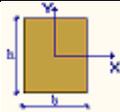
Combinazione Fondamentale: 1.30×Permanenti + 1.50×Neve_1			
Reazioni vincolari di progetto (in daN-daNcm da sinistra a destra)			
Appoggio	RX	RZ	MR
001	0.0	1527.7	0.0
002	0.0	1527.7	0.0
Reazioni vincolari nominali (daN-daNcm)			
Permanenti			
Appoggio	RX	RZ	MR
001	-0.0	337.8	0.0
002	0.0	337.8	0.0
Neve 1			
Appoggio	RX	RZ	MR
001	-0.0	725.7	0.0
002	0.0	725.7	0.0

### Sollecitazioni e verifiche per combinazione da incendio

Combinazione Eccezionale: 1.00×Permanenti + 0.00×Neve_1	
Resistenze di calcolo legno (daN/cm <sup>2</sup> )	
Coefficiente di correzione $K_{fi}$	0.60
Coefficiente di sicurezza parziale	1.00
Flessione $f_{m,d}$	276.000
Trazione parallela $f_{t,0,d}$	220.800
Compressione parallela $f_{c,0,d}$	276.000
Taglio $f_{v,d}$	40.250
Verifiche trave	
Verifica tensioni longitudinali (resistenza)	
Momento flettente X-X (daNcm)	34538.493

Momento flettente Y-Y (daNcm)	2415.167
Tensione $\sigma_{m,d}$ (daN/cm <sup>2</sup> )	89.105
Valore verifica per flessione deviata: $\sigma_{m,d} / f_{m,d}$	0.346 <= 1.0 (OK)
Verifica tensioni longitudinali (stabilità)	
Momento flettente X-X (daNcm)	34538.493
Momento flettente Y-Y (daNcm)	2415.167
Tensione $\sigma_{m,d}$ (daN/cm <sup>2</sup> )	89.105
Coefficiente riduttivo $K_{crit,m}$ per instabilità di trave	1.000
Valore verifica per flessione deviata: $\sigma_{m,d} / (k_{crit,m} f_{m,d})$	0.346 <= 1.0 (OK)
Verifica tensioni tangenziali	
Sforzo di Taglio X(daN)	0.000
Sforzo di Taglio Y(daN)	337.784
Tensione $\tau_{v,d}$ (daN/cm <sup>2</sup> )	3.290
Coefficiente riduttivo $K_{cr}$ per fessurazioni	0.714
Valore verifica per taglio: $\tau_{v,d} / (k_{cr} f_{v,d})$	0.114 <= 1.0 (OK)

### ANALISI E VERIFICA DELLA TRAVE\_1 PRINCIPALE BIFALDA

Caratteristiche dei materiali	
Legno lamellare	GL24h
Classe di servizio legname	1
Dati schema strutturale	
Lunghezza trave (cm)	3030.0
Interasse travi (cm)	420.0
Inclinazione profilo superiore (°)	4
Inclinazione profilo inferiore (°)	0
Raggio di curvatura inferiore (cm)	25500.0
 <p>3030.0 cm - Volume = 12.134 mc</p>	
Dati sezione	
Sezione rettangolare (cm)	
Misure: b × h	24.0 × 220.0

Area sezione (cm <sup>2</sup> )	5280.0
Momento di inerzia J <sub>x-x</sub> (cm <sup>4</sup> )	21296000.0
Resistenza al fuoco (min.)	60
Velocità di carbonizzazione (mm/min.)	0.70
Base B sezione ridotta (cm)	14.2
Altezza H sezione ridotta (cm)	215.1
Area sezione ridotta (cm <sup>2</sup> )	3054.4
Modulo di resistenza sezione ridotta W <sub>x-x</sub> (cm <sup>3</sup> )	109501.0

<b>Dati carichi</b>	
Peso proprio trave (medio in daN/m)	168.2
Carichi permanenti (daN/mq)	115.0
Carico neve (daN/mq)	
copertura a una/due falde = $q_{sk} \times C_e \times \mu_1$ (daN/mq)	$150.0 \times 1.0 \times 0.8 = 120.0$

### Sollecitazioni e verifiche per combinazione fondamentale

<b>Combinazione Fondamentale: 1.30×Permanenti + 1.50×Neve 1</b>	
<b>Resistenze di calcolo legno (daN/cm<sup>2</sup>)</b>	
Coefficiente di correzione K <sub>mod</sub>	0.90
Coefficiente di sicurezza parziale	1.45
Flessione f <sub>m,d</sub>	148.966
Tensione parallela alla fibra f <sub>t,0,d</sub>	119.172
Compressione parallela alla fibra f <sub>c,0,d</sub>	148.966
Taglio f <sub>v,d</sub>	21.724
<b>Verifiche trave</b>	
<b>Verifica tensioni longitudinali (resistenza)</b>	
Sforzo normale (daN)	-474.757
Momento flettente (daNcm)	13804231.711
Tensione $\sigma_{c,0,d}$ (daN/cm <sup>2</sup> )	-0.118
Tensione $\sigma_{m,d}$ (daN/cm <sup>2</sup> )	-119.751
Valore verifica per pressoflessione: $(\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,d} / f_{m,d}$	0.837 ≤ 1.0 (OK)
<b>Verifica tensioni longitudinali (instabilità)</b>	
Sforzo normale (daN)	-474.757
Momento flettente (daNcm)	13804231.711
Tensione $\sigma_{c,0,d}$ (daN/cm <sup>2</sup> )	-0.118
Tensione $\sigma_{m,d}$ (daN/cm <sup>2</sup> )	-119.751
Coefficiente riduttivo k <sub>crit,c</sub> per instabilità di colonna	0.935
Coefficiente riduttivo k <sub>crit,m</sub> per instabilità di trave	1.000
Valore verifica per pressoflessione: $\sigma_{c,0,d} / (k_{crit,c} f_{c,0,d}) + \sigma_{m,d} / (k_{crit,m} f_{m,d})$	0.838 ≤ 1.0 (OK)
<b>Verifica tensioni ortogonali alle fibre</b>	
Momento flettente (daNcm)	18211725.891
Tensione $\sigma_{t,90,d}$ (daN/cm <sup>2</sup> )	1.546
Coefficiente K <sub>dis</sub> per distribuzione tensioni	1.7
Coefficiente di volume K <sub>vol</sub>	0.381
Valore verifica: $\sigma_{t,90,d} / (k_{dis} k_{vol} f_{t,90,d})$	0.770 ≤ 1.0 (OK)
<b>Verifica tensioni tangenziali</b>	
Sforzo di taglio (daN)	24025.514
Tensione $\tau_{v,d}$ (daN/cm <sup>2</sup> )	13.057
Coefficiente riduttivo K <sub>cr</sub> per fessurazioni	0.714
Valore verifica: $\tau_{v,d} / (k_{cr} f_{v,d})$	0.841 ≤ 1.0 (OK)

Deformazioni per combinazione Rara

Combinazione Rara: 1.00×Permanenti + 1.00×Neve 1	
Spostamenti istantanei (cm)	
Verticale minimo	-8.481 = L/353
Orizzontale massimo	0.666
Spostamenti a tempo finale: $d_{fin} = d_{ist} + d_{ins} \cdot q_p \times K_{def}$ (cm)	
Coefficiente $K_{def}$	0.60
Verticale minimo	-11.384 = L/263
Orizzontale massimo	0.894

**Si prescrive una controfreccia in fase produttiva pari a 10 cm**

Reazioni vincolari per combinazione fondamentale

Combinazione Fondamentale: 1.30×Permanenti + 1.50×Neve 1			
Reazioni vincolari di progetto (in daN-daNcm da sinistra a destra)			
Appoggio	RX	RZ	MR
001	0.0	24044.2	0.0
002	0.0	24044.2	0.0
Reazioni vincolari nominali (daN-daNcm)			
Permanenti			
Appoggio	RX	RZ	MR
001	-0.0	9804.3	0.0
002	0.0	9804.3	0.0
Neve 1			
Appoggio	RX	RZ	MR
001	0.0	7532.4	0.0
002	0.0	7532.4	0.0

Sollecitazioni e verifiche per combinazione da incendio

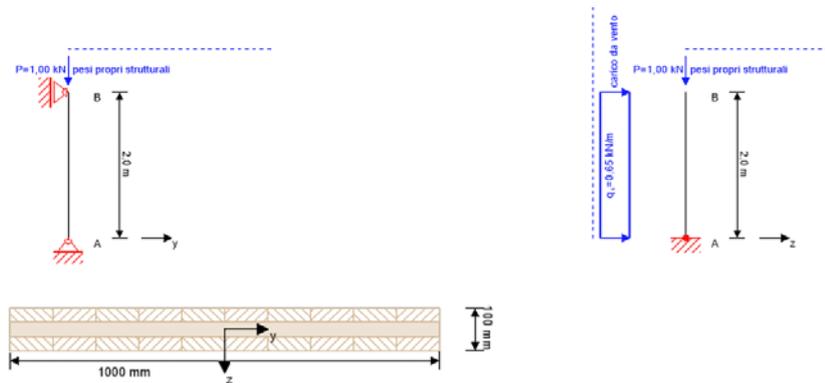
Combinazione Eccezionale: 1.00×Permanenti + 0.00×Neve 1	
Resistenze di calcolo legno (daN/cm <sup>2</sup> )	
Coefficiente di correzione $K_{fi}$	0.60
Coefficiente di sicurezza parziale	1.00
Flessione $f_{m,d}$	276.000
Tensione parallela alla fibra $f_{t,0,d}$	220.800
Compressione parallela alla fibra $f_{c,0,d}$	276.000
Taglio $f_{v,d}$	40.250
Verifiche trave	
Verifica tensioni longitudinali (resistenza)	
Sforzo normale (daN)	-200.147
Momento flettente (daNcm)	5619655.524
Tensione $\sigma_{c,0,d}$ (daN/cm <sup>2</sup> )	-0.087
Tensione $\sigma_{m,d}$ (daN/cm <sup>2</sup> )	-88.307
Valore verifica per pressoflessione: $(\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,d} / f_{m,d}$	0.333 ≤ 1.0 (OK)
Verifica tensioni longitudinali (instabilità)	
Sforzo normale (daN)	-162.142
Momento flettente (daNcm)	6291595.582
Tensione $\sigma_{c,0,d}$ (daN/cm <sup>2</sup> )	-0.066
Tensione $\sigma_{m,d}$ (daN/cm <sup>2</sup> )	-86.995
Coefficiente riduttivo $k_{crit,c}$ per instabilità di colonna	0.629
Coefficiente riduttivo $k_{crit,m}$ per instabilità di trave	0.864

Valore verifica per pressoflessione: $\sigma_{c,0,d} / (k_{crit,c} f_{c,0,d}) + \sigma_{m,d} / (k_{crit,m} f_{m,d})$	0.385 ≤ 1.0 (OK)
Verifica tensioni ortogonali alle fibre	
Momento flettente (daNcm)	7517765.180
Tensione $\sigma_{t,90,d}$ (daN/cm <sup>2</sup> )	1.128
Coefficiente $K_{dis}$ per distribuzione tensioni	1.7
Coefficiente di volume $K_{vol}$	0.381
Valore verifica: $\sigma_{t,90,d} / (k_{dis} k_{vol} f_{t,90,d})$	0.303 ≤ 1.0 (OK)
Verifica tensioni tangenziali	
Sforzo di taglio (daN)	9796.692
Tensione $\tau_{v,d}$ (daN/cm <sup>2</sup> )	9.399
Coefficiente riduttivo $K_{cr}$ per fessurazioni	0.714
Valore verifica: $\tau_{v,d} / (k_{cr} f_{v,d})$	0.327 ≤ 1.0 (OK)

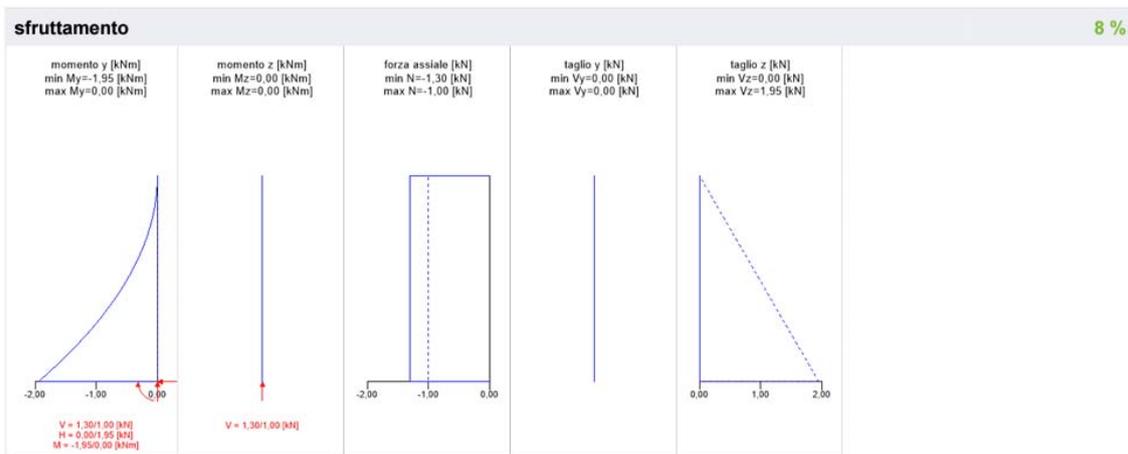
### ANALISI E VERIFICA DELLA VELETTA PERIMETRALE

La veletta perimetrale è realizzata con un pannello di legno massiccio a tavole incrociate XLAM spessore 10cm, vincolato alla base con angolari a trazione sul c.a. per stabilizzazione nei confronti dell'azione fuori piano del vento.

A livello di sezione, la veletta si comporta come un pilastro a mensola, di cui si riporta la verifica di seguito:



sezione: CLT 100 XLAM 3s\_100; materiale: C24\_xlam\_1.5; classe di servizio: classe di servizio 2;



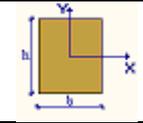
<b>analisi della tensione di flessione</b>		<b>8%</b>
$M_{y,d} = -1,95$ kNm	$f_{m,k} = 24,00$ N/mm <sup>2</sup>	
$M_{z,d} = 0,00$ kNm	$f_{m,k,z} = 24,00$ N/mm <sup>2</sup>	
$N_{c,d} = -1,30$ kN	$f_{c,0,k} = 21,00$ N/mm <sup>2</sup>	
$\sigma_{c,d} = 0,02$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{c,0,d} = 12,60$ N/mm <sup>2</sup>	
$\sigma_{m,y,d} = 1,22$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{m,y,d} = 15,84$ N/mm <sup>2</sup>	
$\sigma_{m,z,d} = 0,00$ N/mm <sup>2</sup> <	$f_{m,z,d} = 14,40$ N/mm <sup>2</sup> ✓	
<b>analisi per rolling shear</b>		<b>5%</b>
$V_d = 1,95$ kN	$f_{r,k} = 0,95$ N/mm <sup>2</sup>	
$T_{r,d} = 0,03$ N/mm <sup>2</sup> <	$f_{r,d} = 0,57$ N/mm <sup>2</sup> ✓	
<b>verifica a taglio della sezione netta</b>		<b>0%</b>
$V_{Net,d} = 0,00$ kNm	$f_{v,JP,Net,k} = 8,00$ N/mm <sup>2</sup>	
$T_{v,JP,Net,d} = 0,00$ N/mm <sup>2</sup> <	$f_{v,JP,Net,d} = 4,80$ N/mm <sup>2</sup> ✓	
<b>verifica a taglio della sezione netta combinato</b>		<b>0%</b>
$V_d = 0,00$ kN	$f_{v,k} = 4,00$ N/mm <sup>2</sup>	
$V_{Net,d} = 0,00$ kNm	$f_{v,JP,Net,k} = 8,00$ N/mm <sup>2</sup>	
$T_{v,d} = 0,00$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{v,d} = 2,40$ N/mm <sup>2</sup>	
$TIP,Net,d} = 0,00$ N/mm <sup>2</sup> <	$f_{v,JP,Net,d} = 4,80$ N/mm <sup>2</sup> ✓	
<b>analisi di stabilità flessione torsionale</b>		<b>8%</b>
$M_{y,d} = -1,95$ kNm	$f_{m,k} = 24,00$ N/mm <sup>2</sup>	
$M_{z,d} = 0,00$ kNm		
$N_{c,d} = -1,30$ kN	$f_{c,0,k} = 21,00$ N/mm <sup>2</sup>	
$\sigma_{c,d} = 0,02$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{c,0,d} = 12,60$ N/mm <sup>2</sup>	
$\sigma_{m,y,d} = 1,22$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{m,y,d} = 15,84$ N/mm <sup>2</sup>	
$\sigma_{m,z,d} = 0,00$ N/mm <sup>2</sup> <	$f_{m,z,d} = 14,40$ N/mm <sup>2</sup> ✓	

<b>analisi delle tensioni tangenziali</b>		<b>1%</b>
$V_d = 1,95$ kN	$f_{v,k} = 4,00$ N/mm <sup>2</sup>	
$T_{v,d} = 0,03$ N/mm <sup>2</sup> <	$f_{v,d} = 2,40$ N/mm <sup>2</sup> ✓	
<b>verifica a taglio della sezione totale</b>		<b>0%</b>
$V_d = 0,00$ kNm	$f_{v,JP,Gross,k} = 3,50$ N/mm <sup>2</sup>	
$TIP,Gross,d} = 0,00$ N/mm <sup>2</sup> <	$f_{v,JP,Gross,d} = 2,10$ N/mm <sup>2</sup> ✓	
<b>verifica a taglio della sezione totale combinato</b>		<b>0%</b>
$V_{Gross,d} = 0,00$ kNm	$f_{v,JP,Gross,k} = 3,50$ N/mm <sup>2</sup>	
$V_d = 0,00$ kN	$f_{v,k} = 4,00$ N/mm <sup>2</sup>	
$T_{v,d} = 0,00$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{v,d} = 2,40$ N/mm <sup>2</sup>	
$TIP,Gross,d} = 0,00$ N/mm <sup>2</sup> <	$f_{v,JP,Gross,d} = 2,10$ N/mm <sup>2</sup> ✓	
<b>verifica a taglio torsionale</b>		<b>0%</b>
$V_{d,d} = 0,00$ kNm	$f_{v,T,Node,k} = 2,50$ N/mm <sup>2</sup>	
$T_{T,Node,d} = 0,00$ N/mm <sup>2</sup> <	$f_{v,T,Node,d} = 1,50$ N/mm <sup>2</sup> ✓	
<b>analisi di instabilità</b>		<b>8%</b>
$M_{y,d} = -1,95$ kNm	$f_{m,k} = 24,00$ N/mm <sup>2</sup>	
$M_{z,d} = 0,00$ kNm		
$N_{c,d} = -1,30$ kN	$f_{c,0,k} = 21,00$ N/mm <sup>2</sup>	
$\sigma_{c,d} = 0,02$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{c,0,d} = 12,60$ N/mm <sup>2</sup>	
$\sigma_{m,y,d} = 1,22$ N/mm <sup>2</sup>	$f_{m,y,d} = 15,84$ N/mm <sup>2</sup>	
$\sigma_{m,z,d} = 0,00$ N/mm <sup>2</sup> <	$f_{m,z,d} = 14,40$ N/mm <sup>2</sup> ✓	

## ANALISI E VERIFICA DELLA MENSOLA DI TESTATA

<b>Caratteristiche dei materiali</b>	
Legno lamellare	GL24h
Classe di servizio legname	3
<b>Dati schema strutturale</b>	
Lunghezza trave (cm)	440.0
Interasse travi (cm)	586.0
Condizione di carico: Permanenti (daN / daNcm)	
<b>Dati sezione</b>	

Sezione rettangolare (cm)	
Misure: $b \times h$	16.0 × 52.0
Area sezione (cm <sup>2</sup> )	832.0
Momento di inerzia J <sub>x-x</sub> (cm <sup>4</sup> )	187477.3

<b>Dati carichi</b>	
Peso proprio trave (medio in daN/m)	34.9
Carichi permanenti (daN/m) = 15.00 daN/m <sup>2</sup> x 5.86 = 87.9 daN/m	90.0

**Sollecitazioni e verifiche per combinazione fondamentale**

<b>Combinazione Fondamentale: 1.30×Permanenti + 1.50×Neve 1</b>	
<b>Resistenze di calcolo legno (daN/cm<sup>2</sup>)</b>	
Coefficiente di correzione K <sub>mod</sub>	0.70
Coefficiente di sicurezza parziale	1.45
Flessione f <sub>m,d</sub>	115.862
Tensione parallela alla fibra f <sub>t,0,d</sub>	92.690
Compressione parallela alla fibra f <sub>c,0,d</sub>	115.862
Taglio f <sub>v,d</sub>	16.897
<b>Verifiche trave</b>	
<b>Verifica tensioni longitudinali (resistenza)</b>	
Momento flettente (daNcm)	-293962.500
Tensione $\sigma_{m,d}$ (daN/cm <sup>2</sup> )	-40.768
Valore verifica per flessione: $\sigma_{m,d} / f_{m,d}$	0.274 ≤ 1.0 (OK)
<b>Verifica tensioni longitudinali (instabilità)</b>	
Momento flettente (daNcm)	-293962.500
Tensione $\sigma_{m,d}$ (daN/cm <sup>2</sup> )	-40.768
Coefficiente riduttivo k <sub>crit,m</sub> per instabilità di trave	1.000
Valore verifica per flessione: $\sigma_{m,d} / (k_{crit,m} f_{m,d})$	0.274 ≤ 1.0 (OK)
<b>Verifica tensioni tangenziali</b>	
Sforzo di taglio (daN)	916.500
Tensione $\tau_{v,d}$ (daN/cm <sup>2</sup> )	1.652
Coefficiente riduttivo K <sub>cr</sub> per fessurazioni	0.714
Valore verifica: $\tau_{v,d} / (k_{cr} f_{v,d})$	0.106 ≤ 1.0 (OK)

**Deformazioni per combinazione Rara**

<b>Combinazione Rara: 1.00×Permanenti + 1.00×Neve 1</b>	
<b>Spostamenti istantanei (cm)</b>	
Verticale minimo	-0.637 = L/706
<b>Spostamenti a tempo finale: <math>d_{fin} = d_{ist} + d_{ins\_qp} \times K_{def}</math> (cm)</b>	
Coefficiente K <sub>def</sub>	2.00
Verticale minimo	-1.910 = L/235

**Reazioni vincolari per combinazione fondamentale**

<b>Combinazione Fondamentale: 1.30×Permanenti + 1.50×Neve 1</b>			
<b>Reazioni vincolari di progetto (in daN-daNcm da sinistra a destra)</b>			
Appoggio	RX	RZ	MR
001	0.0	916.5	293962.5
<b>Reazioni vincolari nominali (daN-daNcm)</b>			
<b>Permanenti</b>			
Appoggio	RX	RZ	MR
001	-0.0	705.0	226125.0

## Capitolo 5 - VERIFICA FISSAGGI E GIUNZIONI

Nel presente capitolo sono verificati i soli fissaggi e giunzioni tra elementi strutturali che trasmettono sforzi verticali tramite appositi connettori. Tutte le giunzioni ove la trasmissione degli sforzi verticali avviene per contatto diretto (in appoggio) non sono presenti, tuttavia sono sempre previsti dei connettori metallici (viti o bulloni) anche in tali circostanze, per rinforzo o stabilizzazione della connessione. Si è comunque proceduto a verificare che anche in caso di giunzioni risolte con appoggi, non vi siano problemi di schiacciamento per compressione perpendicolare alle fibre del legno. Le verifiche sono altresì soddisfatte anche nei confronti delle sollecitazioni involuppo ottenute da calcolo globale dell'intera struttura per le combinazioni sismiche.

### 5.1 VERIFICA FISSAGGI PER FORZE VERTICALI

#### VERIFICA DELLA SUPERFICIE DI APPOGGIO DELLA TRAVE\_1 PRINCIPALE BIFALDA PER COMPRESSIONE ORTOGONALE

Superficie di appoggio:  $240 * 350 = 84.000\text{mm}^2$

Tipo di Legno	EN GL24h - DIN BS11		
Classe di servizio	classe 1		
Classe di durata del carico	breve		
<b>SOLLECITAZIONI</b>			
Nd =	228,00 KN		
<b>VERIFICHE SLU - COMPRESSIONE ORTOGONALE ALLA FIBRA</b>			
A <sub>eff</sub> =	84000 mm <sup>2</sup>		
<b>VERIFICA SLU - CPX ORTOGONALE</b>		<b>CNR DT206:2007</b>	
2,71 MPa	<	2,72 MPa	coeff. = 1,75
1,00	<	1,00	

**FISSAGGIO ARCARECCIO\_1 DI COPERTURA IN LUCE SU TRAVE PRINCIPALE**

L'arcareccio\_1 di copertura viene fissato in luce sulle travi principali mediante viti a tutto filetto VGZ 9x240. La forza di taglio massima da trasmettere allo SLU è pari a 15.3 KN. Utilizzando n° 2 coppie di viti GVZ 9x240 incrociate a 45° si verifica che:

**VALORI STATICI**

 VALORI CARATTERISTICI  
EN 1995:2014

 COLLEGAMENTO A TAGLIO CON CONNETTORI INCROCIATI  
GIUNZIONE AD ANGOLO RETTO - TRAVE PRINCIPALE / TRAVE SECONDARIA

$d_1$ [mm]	L [mm]	$S_{g,NT}^{(1)}$ [mm]	$S_{g,NT}^{(1)}$ [mm]	$B_{NT, min}$ [kN]	$H_{NT, min} - h_{NT, min}$ [mm]	$b_{NT, min}$ [mm]	n. coppie	$R_{1, V, k}^{(2)}$ [kN] estrazione <sup>(4)</sup>	$R_{2, V, k}^{(2)}$ [kN] instabilità	m <sup>(3)</sup> [mm]
9	200	55	85	90	200	68	1	8,8	22,8	96
						113	2	16,5	42,6	
						158	3	23,8	61,3	
	220	75	95	95	200	68	1	12,1	22,8	96
						113	2	22,5	42,6	
						158	3	32,4	61,3	
	240	95	105	100	200	68	1	15,3	22,8	96
						113	2	28,5	42,6	
						158	3	41,0	61,3	
	260	115	115	110	200	68	1	16,8	22,8	96
						113	2	31,4	42,6	
						158	3	45,2	61,3	
	280	125	125	115	215	68	1	18,3	22,8	103
						113	2	34,1	42,6	
						158	3	49,1	61,3	
	300	135	135	125	230	68	1	19,7	22,8	110
						113	2	36,8	42,6	
						158	3	53,0	61,3	
	320	145	145	130	245	68	1	21,2	22,8	117
						113	2	39,5	42,6	
						158	3	56,9	61,3	
	340	155	155	140	260	68	1	22,6	22,8	124
						113	2	42,3	42,6	
						158	3	60,9	61,3	
360	165	165	145	270	68	1	24,1	22,8	131	
					113	2	45,0	42,6		
					158	3	64,8	61,3		
380	175	175	150	285	68	1	25,6	22,8	138	
					113	2	47,7	42,6		
					158	3	68,7	61,3		

$$F_d = 15.3 \text{ KN} < 28.5 * 0.9 / 1.5 = 17.1 \text{ KN}$$

**VERIFICA CONNESSIONE IN COMBINAZIONE ECCEZIONALE INCENDIO R60:**

In combinazione di incendio le viti/perni/bulloni sono inserite ad almeno 5cm dalla faccia laterale della trave, in modo che siano completamente protette per tutta la durata dei 60 minuti di esposizione al fuoco.

$$D_{char} = 60 \text{ min} * 0.7 \text{ mm/min} = 42\text{mm} + 7\text{mm (metodo sezione ridotta EN 1995 1-2)} = 49\text{mm} < 50\text{mm}$$

**FISSAGGIO ARcareccio\_1 DI COPERTURA IN LUCE SU TRAVE IN C.A.**

Gli arcarecci\_1 di copertura vengono fissati in luce sui cordoli di testata in c.a. tramite scarpa con ali esterne tassellate al c.a. mediante nr 6 barre M12x150. Lo sforzo massimo da trasmettere allo SLU è pari a 15.3 KN. Si verifica che:

**VALORI STATICI | GIUNZIONE LEGNO-CALCESTRUZZO**

**ANCORANTE CHIMICO<sup>(1)</sup>**

BSAG - GRANDE MISURA		FISSAGGI		VALORI CARATTERISTICI	
B	H	ancorante VIN-FIX PRO <sup>(2)</sup>	chiodi LBA	R <sub>v,k timber</sub>	R <sub>v,k steel</sub>
[mm]	[mm]	[n <sub>bolt</sub> - Ø x L] <sup>(3)</sup>	[n <sub>J</sub> - Ø x L] <sup>(4)</sup>	[kN]	[kN]
100	240	6 - M12 x 130	30 - Ø4 x 60	75,6	59,4
100	280	6 - M12 x 130	34 - Ø4 x 60	85,1	59,4
120	240	6 - M12 x 130	30 - Ø4 x 60	75,6	59,4
120	280	6 - M12 x 130	34 - Ø4 x 60	85,1	59,4
140	240	6 - M12 x 130	30 - Ø4 x 60	75,6	59,4
140	280	6 - M12 x 130	34 - Ø4 x 60	85,1	59,4
160	160	4 - M12 x 130	18 - Ø4 x 60	47,3	39,6
160	200	6 - M12 x 130	22 - Ø4 x 60	56,7	59,4
160	240	6 - M12 x 130	30 - Ø4 x 60	75,6	59,4
160	280	6 - M12 x 130	34 - Ø4 x 60	85,1	59,4
160	320	6 - M12 x 130	38 - Ø4 x 60	94,6	59,4
180	220	6 - M12 x 130	26 - Ø4 x 60	66,2	59,4
180	280	6 - M12 x 130	34 - Ø4 x 60	85,1	59,4
200	200	6 - M12 x 130	22 - Ø4 x 60	56,7	59,4
200	240	6 - M12 x 130	30 - Ø4 x 60	75,6	59,4

$$F_d = 15.3 \text{ KN} < 59.4 / 1.25 = 47.52 \text{ KN}$$

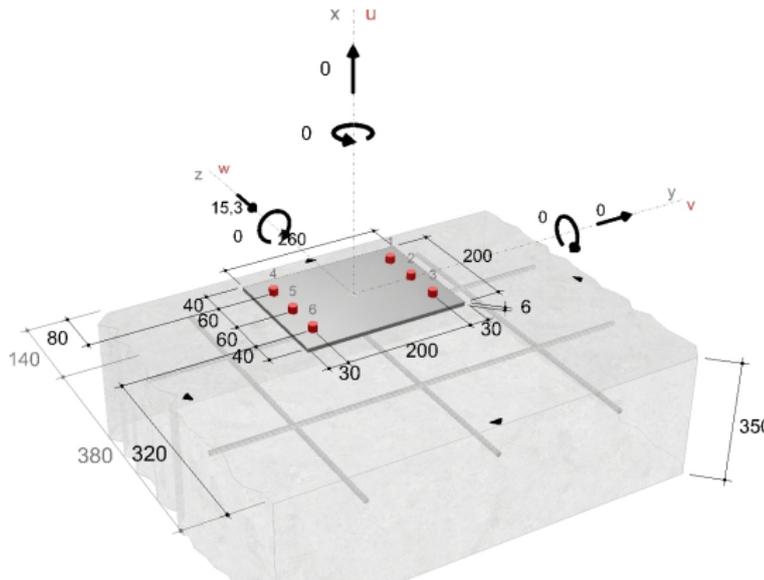
$$F_d = 15.3 \text{ KN} < 56.7 * 0.9 / 1.5 = 34.02 \text{ KN}$$

Controprova lato c.a. utilizzando calcestruzzo fessurato

Materiale base	Calcestruzzo: fessurato   C25/30; $f_{ct,cr,0.05} = 30 \text{ N/mm}^2$   $h = 350 \text{ mm}$ Intervallo di temperatura: 40 °C / 24 °C (Utente)   40 °C / 24 °C (Progettazione)
Armatura	Armatura del calcestruzzo: Normale   Armatura di bordo: No Armatura per limitare la fessurazione: Disponibile
Piastra di ancoraggio	S235JR   $E = 210000 \text{ N/mm}^2$   $f_{yk} = 235 \text{ N/mm}^2$   $\mu = 0,30$   $\gamma = 1,10$ $l_y \times l_x \times t = 260 \text{ mm} \times 200 \text{ mm} \times 6 \text{ mm}$ (Spessore della piastra di fissaggio definito dall'utente)
Condizioni di installazione	Metodo di perforazione: Foro trapanato   Modalità di perforazione: Asciutto Flessione dell'ancorante: No
<b>Tipo e dimensione dell'ancorante WIT-VM 250 + W-VI-A/S M12 selezionato</b>	
Materiale	/S 5.8
Reale profondità di ancoraggio	70 mm
Certificazione	ETA-12/0164 (WIT-VM 250) valido dal 12/11/2015



**Geometria e sollecitazioni:**



**Forze di ancoraggio risultanti:**

Numero dell'ancorante	$N_{sd,x}^i$ [kN]	$(V_{sd,y}^{Mx,i})$ [kN]	$(V_{sd,z}^{Mx,i})$ [kN]	$(V_{sd,y}^{Vy,i})$ [kN]	$(V_{sd,z}^{Vz,i})$ [kN]	$V_{sd,y}^i$ [kN]	$V_{sd,z}^i$ [kN]	$V_{sd}^i$ [kN]
1	0,000	0,000	0,000	0,000	-2,550	0,000	-2,550	2,550
2	0,000	0,000	0,000	0,000	-2,550	0,000	-2,550	2,550
3	0,000	0,000	0,000	0,000	-2,550	0,000	-2,550	2,550
4	0,000	0,000	0,000	0,000	-2,550	0,000	-2,550	2,550
5	0,000	0,000	0,000	0,000	-2,550	0,000	-2,550	2,550
6	0,000	0,000	0,000	0,000	-2,550	0,000	-2,550	2,550

	$\Sigma N_{sd,x}^i$ [kN]	$\Sigma (V_{sd,y}^{Mx,i})$ [kN]	$\Sigma (V_{sd,z}^{Mx,i})$ [kN]	$\Sigma (V_{sd,y}^{Vy,i})$ [kN]	$\Sigma (V_{sd,z}^{Vz,i})$ [kN]	$\Sigma V_{sd,y}^i$ [kN]	$\Sigma V_{sd,z}^i$ [kN]	$ \Sigma V_{sd}^i $ [kN]
Totale	0,000	0,000	0,000	0,000	-15,300	0,000	-15,300	15,300

**Sommario:**

Forza	Verifica	Sfruttamento	Condizione
Taglio	Cedimento lato acciaio, azioni di taglio senza braccio di leva	15,13 %	comprovato
Taglio	Rottura del calcestruzzo (Gruppo di ancoranti)	28,94 %	comprovato
Taglio	Rottura del bordo di calcestruzzo	23,46 %	comprovato

**VERIFICA CONNESSIONE IN COMBINAZIONE ECCEZIONALE INCENDIO R60:**

In combinazione di incendio tutta la tenuta del fissaggio è garantita da una barra filettata resinata M16 inserita dall'altro centralmente, quindi a più di 5cm dal bordo trave per garantirne la protezione durante l'esposizione al fuoco. In combinazione di incendio la forza massima di taglio è pari a 3.4 KN

Materiale base Calcestruzzo: fessurato | C25/30;  $f_{ct,crack} = 30 \text{ N/mm}^2$  |  $h = 350 \text{ mm}$   
 Intervallo di temperatura: 40 °C / 24 °C (Utente) | 40 °C / 24 °C (Progettazione)

Armatura Armatura del calcestruzzo: Normale | Armatura di bordo: No  
 Armatura per limitare la fessurazione: Disponibile

Piastra di ancoraggio S235JR |  $E = 210000 \text{ N/mm}^2$  |  $f_{yk} = 235 \text{ N/mm}^2$  |  $\mu = 0,30$  |  $\gamma = 1,10$   
 $l_y \times l_z \times t = 80 \text{ mm} \times 160 \text{ mm} \times 6 \text{ mm}$  (Spessore della piastra di fissaggio definito dall'utente)

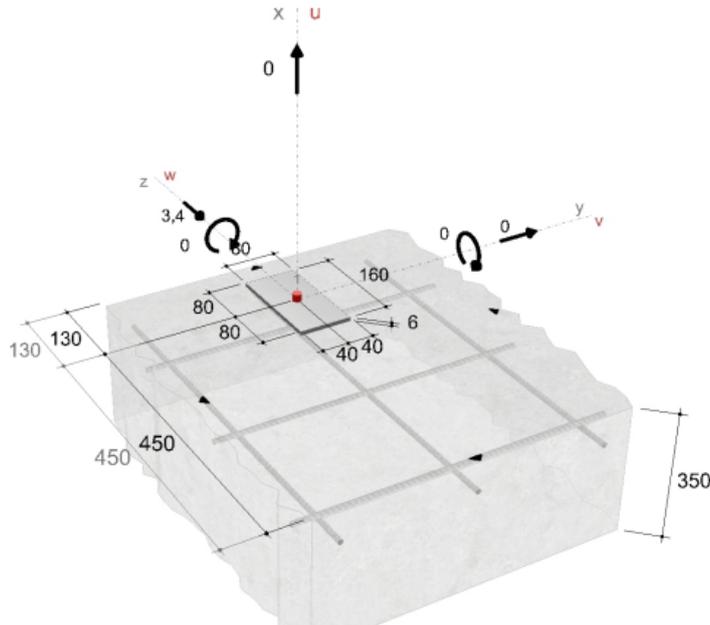
Condizioni di installazione Metodo di perforazione: Foro trapanato | Modalità di perforazione: Asciutto  
 Flessione dell'ancorante: No

Tipo e dimensione dell'ancorante WIT-VM 250 + W-VI-A/S M16 selezionato

Materiale /S 5.8  
 Reale profondità di ancoraggio 80 mm  
 Certificazione ETA-12/0164 (WIT-VM 250) valido dal 12/11/2015



Geometria e sollecitazioni:



Forze di ancoraggio risultanti:

Numero dell'ancorante	$N_{sd,x}^i$ [kN]	$(V_{sd,y}^{Mx})^i$ [kN]	$(V_{sd,z}^{Mx})^i$ [kN]	$(V_{sd,y}^{Vy})^i$ [kN]	$(V_{sd,z}^{Vz})^i$ [kN]	$V_{sd,y}^i$ [kN]	$V_{sd,z}^i$ [kN]	$V_{sd}^i$ [kN]
1	0,000	0,000	0,000	0,000	-3,400	0,000	-3,400	3,400

	$\Sigma N_{sd,x}^i$ [kN]	$\Sigma (V_{sd,y}^{Mx})^i$ [kN]	$\Sigma (V_{sd,z}^{Mx})^i$ [kN]	$\Sigma (V_{sd,y}^{Vy})^i$ [kN]	$\Sigma (V_{sd,z}^{Vz})^i$ [kN]	$\Sigma V_{sd,y}^i$ [kN]	$\Sigma V_{sd,z}^i$ [kN]	$ \Sigma V_{sd}^i $ [kN]
Totale	0,000	0,000	0,000	0,000	-3,400	0,000	-3,400	3,400

Sommario:

Forza	Verifica	Sfruttamento	Condizione
Taglio	Cedimento lato acciaio, azioni di taglio senza braccio di leva	10,85 %	comprovato
Taglio	Rottura del calcestruzzo (Gruppo di ancoranti)	11,30 %	comprovato
Taglio	Rottura del bordo di calcestruzzo	5,66 %	comprovato

## FISSAGGIO TRAVE\_2 DEL "FINTO CASSONATO" IN LUCE SU TRAVE PRINCIPALE IN LEGNO

La trave\_2 del "finto cassonato" vengono fissate in luce sulle travi principali mediante viti a tutto filetto VGZ + viti HBS a filetto parziale. La forza di taglio massima da trasmettere allo SLU è pari a 22.3 KN. Utilizzando una staffa ALUMIDI 240 con 6 spinotti 12x120 + 46 chiodi 4x60 si verifica che:

■ VALORI STATICI | GIUNZIONE LEGNO-LEGNO |  $F_v$

CHIODATURA TOTALE



ALUMIDI con spinotti STA

ALUMIDI	TRAVE SECONDARIA			TRAVE PRINCIPALE			
	$H^{(2)}$ [mm]	$b_J$ [mm]	$h_J$ [mm]	chiodi LBA $\varnothing 4 \times 60$ [pz.]	$R_{v,k}$ [kN]	viti LBS $\varnothing 5 \times 60$ [pz.]	$R_{v,k}$ [kN]
120	120	160	3 - $\varnothing 12 \times 120$	22	23,0	22	25,8
160	120	200	4 - $\varnothing 12 \times 120$	30	34,5	30	40,6
200	120	240	5 - $\varnothing 12 \times 120$	38	46,5	38	54,8
240	120	280	6 - $\varnothing 12 \times 120$	46	60,9	46	68,4
280	140	320	7 - $\varnothing 12 \times 140$	54	77,2	54	87,0
320	140	360	8 - $\varnothing 12 \times 140$	62	93,2	62	102,4
360	160	400	9 - $\varnothing 12 \times 160$	70	114,3	70	124,7
400	160	440	10 - $\varnothing 12 \times 160$	78	127,3	78	141,0
440	160	480	11 - $\varnothing 12 \times 160$	86	144,6	86	154,9

$$F_d = 22.3 < 60.9 \cdot 0.8 / 1.5 = 32.48 \text{ KN}$$

VERIFICA CONNESSIONE IN COMBINAZIONE ECCEZIONALE INCENDIO R60:

In combinazione di incendio tutta la tenuta del fissaggio è garantita da nr 2 viti HBS 8x320 inserite dall'altro centralmente, quindi a più di 5cm dal bordo trave per garantirne la protezione durante l'esposizione al fuoco. In combinazione di incendio la forza massima di taglio è pari a 6.7 KN

$$F_d = 6.7 \text{ KN} < 2 \cdot 3.28 \cdot 1.1 = 7.21 \text{ KN}$$

■ VALORI STATICI

VALORI CARATTERISTICI  
EN 1995:2014

geometria				TAGLIO				TRAZIONE		
				legno-legno	legno-legno con rondella	acciaio-legno piastra sottile <sup>23</sup>	acciaio-legno piastra spessa <sup>23</sup>	estrazione filetto <sup>23</sup>	penetrazione testa <sup>26</sup>	penetrazione testa con rondella <sup>26</sup>
$d_t$	L	b	A	$R_{v,k}$	$R_{v,k}$	$R_{v,k}$	$R_{v,k}$	$R_{ax,k}$	$R_{head,k}$	$R_{head,k}$
[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
8	80	52	28	2,59	3,31	3,99	5,10	5,25	2,38	7,08
	100	52	48	3,28	3,99	3,99	5,10	5,25	2,38	7,08
	120	60	60	3,28	4,19	4,19	5,30	6,06	2,38	7,08
	140	60	80	3,28	4,19	4,19	5,30	6,06	2,38	7,08
	160	80	80	3,28	4,45	4,70	5,81	8,08	2,38	7,08
	180	80	100	3,28	4,45	4,70	5,81	8,08	2,38	7,08
	200	80	120	3,28	4,45	4,70	5,81	8,08	2,38	7,08
	220	80	140	3,28	4,45	4,70	5,81	8,08	2,38	7,08
	240	80	160	3,28	4,45	4,70	5,81	8,08	2,38	7,08
	260	80	180	3,28	4,45	4,70	5,81	8,08	2,38	7,08
	280	80	200	3,28	4,45	4,70	5,81	8,08	2,38	7,08
	300	100	200	3,28	4,45	5,20	6,31	10,10	2,38	7,08
	320	100	220	3,28	4,45	5,20	6,31	10,10	2,38	7,08
	340	100	240	3,28	4,45	5,20	6,31	10,10	2,38	7,08
	360	100	260	3,28	4,45	5,20	6,31	10,10	2,38	7,08
	380	100	280	3,28	4,45	5,20	6,31	10,10	2,38	7,08
400	100	300	3,28	4,45	5,20	6,31	10,10	2,38	7,08	
440	100	340	3,28	4,45	5,20	6,31	10,10	2,38	7,08	
480	100	380	3,28	4,45	5,20	6,31	10,10	2,38	7,08	
520	100	420	3,28	4,45	5,20	6,31	10,10	2,38	7,08	
10	80	52	28	3,63	4,33	4,75	6,94	6,57	3,77	11,60
	100	52	48	4,22	4,92	5,51	7,12	6,57	3,77	11,60
	120	60	60	4,82	5,77	5,77	7,37	7,58	3,77	11,60
	140	60	80	4,82	5,77	5,77	7,37	7,58	3,77	11,60
	160	80	80	4,82	6,40	6,40	8,00	10,10	3,77	11,60
	180	80	100	4,82	6,40	6,40	8,00	10,10	3,77	11,60
	200	80	120	4,82	6,40	6,40	8,00	10,10	3,77	11,60
	220	80	140	4,82	6,40	6,40	8,00	10,10	3,77	11,60
	240	80	160	4,82	6,40	6,40	8,00	10,10	3,77	11,60
	260	80	180	4,82	6,40	6,40	8,00	10,10	3,77	11,60
	280	80	200	4,82	6,40	6,40	8,00	10,10	3,77	11,60
	300	100	200	4,82	6,77	7,03	8,63	12,63	3,77	11,60
	320	100	220	4,82	6,77	7,03	8,63	12,63	3,77	11,60
	340	100	240	4,82	6,77	7,03	8,63	12,63	3,77	11,60
	360	100	260	4,82	6,77	7,03	8,63	12,63	3,77	11,60
	380	100	280	4,82	6,77	7,03	8,63	12,63	3,77	11,60
400	100	300	4,82	6,77	7,03	8,63	12,63	3,77	11,60	

FISSAGGIO TRAVE\_1 DEL “FINTO CASSONATO” IN LUCE SU TRAVE IN C.A.

Le travi\_2 del “finto cassonato” vengono fissate in luce sui cordoli di testata in c.a. tramite staffa a scomparsa tipo ALUMIDI. La forza di taglio massima da trasmettere allo SLU è pari a 22.3 KN. Utilizzando una staffa ALUMIDI 240 con 6 spinotti 12x120 +6 barre filettate resinare M8x150 si verifica che:

■ VALORI STATICI | GIUNZIONE LEGNO-CALCESTRUZZO |  $F_v$   
ANCORANTE CHIMICO



ALUMIDI con spinotti STA

ALUMIDI	TRAVE SECONDARIA LEGNO				TRAVE PRINCIPALE CALCESTRUZZO NON FESSURATO	
	$b_J$ [mm]	$h_J$ [mm]	spinotti STA		ancorante VIN-FIX PRO	
$H^{(1)}$ [mm]			$\varnothing 12^{(2)}$ [pz. - $\varnothing \times L$ ]	$R_{v,k \text{ timber}}$ [kN]	$\varnothing 8 \times 110^{(5)}$ [pz.]	$R_{v,d \text{ concrete}}$ [kN]
120	120	160	3 - $\varnothing 12 \times 120$	35,5	4	15,4
160	120	200	4 - $\varnothing 12 \times 120$	47,3	4	22,1
200	120	240	5 - $\varnothing 12 \times 120$	59,1	6	30,7
240	120	280	6 - $\varnothing 12 \times 120$	70,9	6	37,0
280	140	320	7 - $\varnothing 12 \times 140$	91,0	8	48,7
320	140	360	8 - $\varnothing 12 \times 140$	104,0	8	55,6
360	160	400	9 - $\varnothing 12 \times 160$	128,4	10	64,4
400	160	440	10 - $\varnothing 12 \times 160$	142,7	10	66,4
440	160	480	11 - $\varnothing 12 \times 160$	157,0	12	80,0

$$F_d = 22.3 \text{ KN} < 37 \text{ KN}$$

$$F_d = 22.3 \text{ KN} < 70.9 * 0.8 / 1.5 = 37.8 \text{ KN}$$

VERIFICA CONNESSIONE IN COMBINAZIONE ECCEZIONALE INCENDIO R60:

In combinazione di incendio tutta la tenuta del fissaggio è garantita da una barra filettata resinata M16 inserita dall'altro centralmente, quindi a più di 5cm dal bordo trave per garantirne la protezione durante l'esposizione al fuoco. In combinazione di incendio la forza massima di taglio è pari a 6.7 KN

**Dati di ingresso**

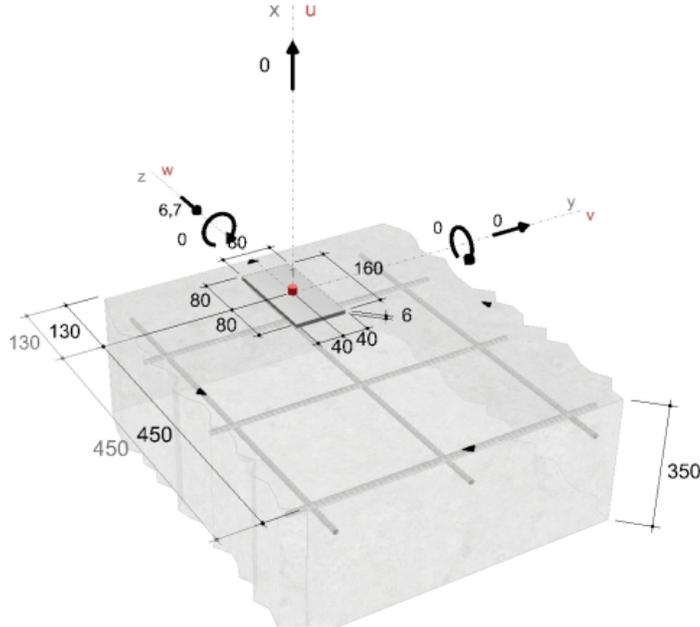
Materiale base Calcestruzzo: fessurato | C25/30;  $f_{ct,cr,oe} = 30 \text{ N/mm}^2$  |  $h = 350 \text{ mm}$   
 Intervallo di temperatura:  $40 \text{ }^\circ\text{C} / 24 \text{ }^\circ\text{C}$  (Utente) |  $40 \text{ }^\circ\text{C} / 24 \text{ }^\circ\text{C}$  (Progettazione)  
 Armatura Armatura del calcestruzzo: Normale | Armatura di bordo: No  
 Armatura per limitare la fessurazione: Disponibile  
 Piastra di ancoraggio S235JR |  $E = 210000 \text{ N/mm}^2$  |  $f_{yk} = 235 \text{ N/mm}^2$  |  $\mu = 0,30$  |  $\gamma = 1,10$   
 $l_y \times l_x \times t = 80 \text{ mm} \times 160 \text{ mm} \times 6 \text{ mm}$  (Spessore della piastra di fissaggio definito dall'utente)  
 Condizioni di installazione Metodo di perforazione: Foro trapanato | Modalità di perforazione: Asciutto  
 Flessione dell'ancorante: No

**Tipo e dimensione dell'ancorante WIT-VM 250 + W-VI-A/S M16 selezionato**

Materiale JS 5.8  
 Reale profondità di ancoraggio 80 mm  
 Certificazione ETA-12/0164 (WIT-VM 250) valido dal 12/11/2015



**Geometria e sollecitazioni:**



**Forze di ancoraggio risultanti:**

Numero dell'ancorante	$N_{sd,x}^i$ [kN]	$(V_{sd,y}^{Mx})^i$ [kN]	$(V_{sd,z}^{Mx})^i$ [kN]	$(V_{sd,y}^{My})^i$ [kN]	$(V_{sd,z}^{My})^i$ [kN]	$V_{sd,y}^i$ [kN]	$V_{sd,z}^i$ [kN]	$V_{sd}^i$ [kN]
1	0,000	0,000	0,000	0,000	-6,700	0,000	-6,700	6,700
	$\Sigma N_{sd,x}^i$ [kN]	$\Sigma (V_{sd,y}^{Mx})^i$ [kN]	$\Sigma (V_{sd,z}^{Mx})^i$ [kN]	$\Sigma (V_{sd,y}^{My})^i$ [kN]	$\Sigma (V_{sd,z}^{My})^i$ [kN]	$\Sigma V_{sd,y}^i$ [kN]	$\Sigma V_{sd,z}^i$ [kN]	$[\Sigma V_{sd}^i]$ [kN]
Totale	0,000	0,000	0,000	0,000	-6,700	0,000	-6,700	6,700

**Sommario:**

Forza	Verifica	Sfruttamento	Condizione
Taglio	Cedimento lato acciaio, azioni di taglio senza braccio di leva	21,38 %	comprovato
Taglio	Rottura del calcestruzzo (Gruppo di ancoranti)	22,27 %	comprovato
Taglio	Rottura del bordo di calcestruzzo	11,16 %	comprovato

**FISSAGGIO MENSOLA DI TESTATA SU PILASTRI IN C.A.**

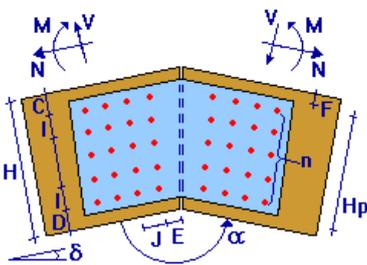
Le mensole di testata sono fissate in luce ai pilastri in c.a. con vincolo assimilabile ad incastro tramite staffa a disegno in acciaio zincato. Il momento ed il taglio da trasmettere allo SLU sono pari rispettivamente a 29.4 KNm e 9.2 KN. Lato legno si prescrivono nr 30 spinotti 12x120 mentre lato c.a si prescrivono nr 6 barre filettate resinate M16x300 inghisate con resina chimica.

- Verifica lato legno

Classe di resistenza legno : GL24h

Tipo di giunto: a piastre metalliche

Acciaio piastre: S275



Sezione trave = 160.0x520.0 mm

Dati piastre:

Numero piastre = 1

Altezza H<sub>p</sub> = 400.0 mm

Spessore = 8.0 mm

Misura C = 85.0 mm

Misura D = 85.0 mm

Misura E = 85.0 mm

Interasse fori I = 87.5 mm

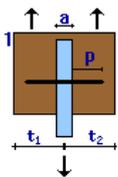
Interasse fori J = 60.0 mm

Misura F = 60.0 mm

Angolo  $\alpha$  = 180.0°

Angolo  $\delta$  = 0.0°

Tipo di connessione: acciaio-legno a due sezioni resistenti



Spessore strato 1 = 80.0 mm

Spessore strato 2 = 80.0 mm

Tipo di connettore: spinotto 12 x 120 mm

Resistenza trazione acciaio spinotti  $f_u$  = 510.0 N/mm<sup>2</sup>

Sollecitazioni di progetto:

Med = 294000.0 daNcm Ved = 920.0 daN

Classe di durata dei carichi = Breve

Coefficiente di correzione = 0.9

Coefficienti di sicurezza parziale:

$\gamma_M$  unioni = 1.50;  $\gamma_M$  legno = 1.45;  $\gamma_M$  acciaio = 1.05

### Verifiche giunto

Numero file (parallele alle fibre): 6

Elementi per fila (n): 5

Numero totale elementi: 30

Lunghezza piastra  $L_p = 370.0$  mm

Verifica spinotti

Resistenza caratteristica a taglio  $F_{v,rk} = 1717.6$  daN

Resistenza di progetto a taglio  $F_{v,rd} = 1030.6$  daN

Momento di inerzia polare  $J_p = 774375.0$  cm<sup>4</sup>

Sforzo massimo di progetto a taglio  $F_{v,ed, x} = Med dx / J_p + Ved / n$

Sforzo massimo di progetto a taglio  $F_{v,ed, y} = Med dy / J_p + Ned / n$

$dx =$  Distanza X dal baricentro dei connettori

$dy =$  Distanza Y dal baricentro dei connettori

$n =$  Numero totale di spinotti

Sforzo massimo di progetto a taglio  $F_{v,ed} = 895.3$  daN

Verifica sforzo laterale =  $F_{v,ed} / F_{v,rd} = 0.869$  Verificato!

### Verifiche sezioni

Elemento di legno

Area sezione ridotta = 69160.00 mm<sup>2</sup>

Modulo di resistenza sezione ridotta = 6268258.33 mm<sup>3</sup>

Tensione di progetto a compressione

$\sigma_{c,0,d} = Ned / A_r = 0.00$  daN/cm<sup>2</sup>

Resistenza di progetto a compressione

$f_{c,0,d} = 148.97$  daN/cm<sup>2</sup>

Tensione di progetto a flessione

$\sigma_{m,d} = Med / W_r = 46.90$  daN/cm<sup>2</sup>

Resistenza di progetto a flessione

$f_{m,d} = 119.17$  daN/cm<sup>2</sup>

Verifica tensioni longitudinali = 0.315 Verificato!

Tensione tangenziale di progetto:

$\tau_{v,d} = 1.5 \times Ved / (A_r \times k_{cr}) = 2.79$  daN/cm<sup>2</sup>

Coefficiente  $k_{cr} = 0.71$

Resistenza di progetto a taglio:

$f_{v,d} = 21.72$  daN/cm<sup>2</sup>

Verifica tensioni tangenziali = 0.129 Verificato!

Piastra di acciaio

Area sezione ridotta = 2680.00 mm<sup>2</sup>

Modulo di resistenza sezione ridotta = 173520.83 mm<sup>3</sup>

Verifica di resistenza = 0.648 Verificato!

Verifica a rifollamento = 0.265 Verificato!

- Verifica lato barre inghisate sul c.a.

Derivazione dello sforzo massimo agente su una coppia di barre filettate M16 in base alla posizione rispetto al punto di rotazione:

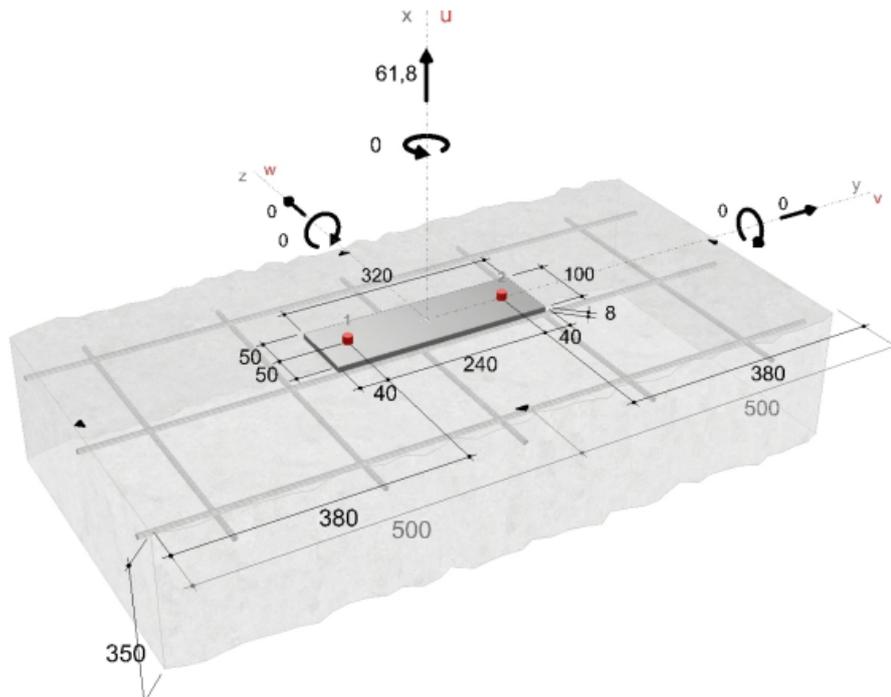
	$M =$	294000 daNcm
$d1 =$	4 cm	
$d2 =$	20 cm	$F3 =$ 6182,24 daN
$d3 =$	36 cm	$F2 =$ 3434,58 daN
		$F1 =$ 686,92 daN

Pertanto su una coppia di barre agisce uno sforzo massimo di trazione pari a 61.8 KN, di seguito verificato.

Materiale base	Calcestruzzo: fessurato   C25/30; $f_{ck,cube} = 30 \text{ N/mm}^2$   $h = 350 \text{ mm}$ Intervallo di temperatura: 40 °C / 24 °C (Utente)   40 °C / 24 °C (Progettazione)
Armatura	Armatura del calcestruzzo: Normale   Armatura di bordo: No Armatura per limitare la fessurazione: Disponibile
Piastra di ancoraggio	S235JR   $E = 210000 \text{ N/mm}^2$   $f_{yk} = 235 \text{ N/mm}^2$   $\mu = 0,30$   $\gamma = 1,10$ $l_y \times l_z \times t = 320 \text{ mm} \times 100 \text{ mm} \times 8 \text{ mm}$ (Spessore della piastra di fissaggio definito dall'utente)
Condizioni di installazione	Metodo di perforazione: Foro trapanato   Modalità di perforazione: Asciutto Flessione dell'ancorante: No
<b>Tipo e dimensione dell'ancorante WIT-VM 250 + W-VI-A/S M16 selezionato</b>	
Materiale	/S 5.6
Reale profondità di ancoraggio	300 mm
Certificazione	ETA-12/0164 (WIT-VM 250) valido dal 12/11/2015



**Geometria e sollecitazioni:**



**Forze di ancoraggio risultanti:**

Numero dell'ancorante	$N_{sd,x}^I$ [kN]	$(V_{sd,y}^{Mx})^I$ [kN]	$(V_{sd,z}^{Mx})^I$ [kN]	$(V_{sd,y}^{Vy})^I$ [kN]	$(V_{sd,z}^{Vz})^I$ [kN]	$V_{sd,y}^I$ [kN]	$V_{sd,z}^I$ [kN]	$V_{sd}^I$ [kN]
1	30,900	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	30,900	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	$\Sigma N_{sd,x}^I$ [kN]	$\Sigma (V_{sd,y}^{Mx})^I$ [kN]	$\Sigma (V_{sd,z}^{Mx})^I$ [kN]	$\Sigma (V_{sd,y}^{Vy})^I$ [kN]	$\Sigma (V_{sd,z}^{Vz})^I$ [kN]	$\Sigma V_{sd,y}^I$ [kN]	$\Sigma V_{sd,z}^I$ [kN]	$ \Sigma V_{sd}^I $ [kN]
Totale	61,800	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

**Sommario:**

Forza	Verifica	Sfruttamento	Condizione
Trazione	Cedimento lato acciaio	78,89 %	comprovato
Trazione	Cedimento combinato per sfilamento e rottura del calcestruzzo	77,14 %	comprovato
Trazione	Rottura del calcestruzzo	48,86 %	comprovato

## 5.2 VERIFICA FISSAGGI PER FORZE ORIZZONTALI

### FISSAGGIO CONTROVENTI DI COPERTURA IN LUCE SU TRAVE PRINCIPALE IN LEGNO

I controventi di copertura sezione 16x24 presentano, in combinazione sismica SLV, un massimo sforzo assiale di trazione/compressione da trasmettere pari a 165 kN, valore desunto dall'analisi globale dell'edificio a cura del progettista generale dell'intervento e pertanto non oggetto di calcolo all'interno del presente documento.

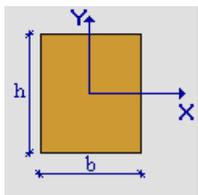
- Verifica trasmissione assiale per compressione

A compressione lo sforzo massimo di 165 kN viene trasmesso da un controvento all'altro per contatto diretto

Verifica sezionale del controvento sollecitato a compressione:

Classe di resistenza legno : GL24h

Tipo di sezione: rettangolare



Sollecitazioni di progetto (combinazione sismica):

Ned = -16500.0 daN

Classe di durata dei carichi = Istantanea sisma

Coefficiente di correzione = 1.1

Coefficienti di sicurezza parziale:

$\gamma_M$  legno = 1.45

**Valori statici sezione**

Area = 3840.000 cm<sup>2</sup>

Jxx = 18432.000 cm<sup>4</sup>

Jyy = 8192.000 cm<sup>4</sup>

$$W_{xx} = 1536.000 \text{ cm}^3$$

$$W_{yy} = 1024.000 \text{ cm}^3$$

### Verifiche di resistenza

Tensione di progetto a compressione:

$$\sigma_{c,0,d} = -42.97 \text{ daN/cm}^2$$

Resistenza di progetto a compressione:

$$f_{c,0,d} = 182.07 \text{ daN/cm}^2$$

Verifica tensioni longitudinali = 0.236 Verificato!

### Verifica di stabilità

Lunghezza libera inflessione lungo asse X = 480.0 cm

Lunghezza libera inflessione lungo asse Y = 480.0 cm

Coefficiente  $K_c$  : 0.340

Verifica tensioni longitudinali = 0.694 Verificato!

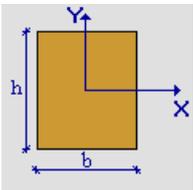
#### - Verifica trasmissione assiale per trazione

A trazione lo sforzo massimo di 165 KN viene trasmesso da un controvento all'altro tramite staffa a disegno fissata alla trave principale con viti a tutto filetto VGS e al controvento con lama fresata con spinotti lisci diametro 16mm.

Verifica sezionale del controvento sollecitato a trazione:

Classe di resistenza legno : GL24h

Tipo di sezione: rettangolare



Sollecitazioni di progetto (combinazione sismica):

$$N_{ed} = 16500.0 \text{ daN}$$

Classe di durata dei carichi = Istantanea sisma

Coefficiente di correzione = 1.1

Coefficienti di sicurezza parziale:

$$\gamma_M \text{ legno} = 1.45$$

### Valori statici sezione

$$\text{Area} = 3840.000 \text{ cm}^2$$

$$J_{xx} = 18432.000 \text{ cm}^4$$

$$J_{yy} = 8192.000 \text{ cm}^4$$

$$W_{xx} = 1536.000 \text{ cm}^3$$

$$W_{yy} = 1024.000 \text{ cm}^3$$

### Verifiche di resistenza

Tensione di progetto a trazione:

$$\sigma_{t,0,d} = 42.97 \text{ daN/cm}^2$$

Resistenza di progetto a trazione:

$$f_{t,0,d} = 145.66 \text{ daN/cm}^2$$

Verifica tensioni longitudinali = 0.295 Verificato!

Verifica della trasmissione dello sforzo assiale con gli spinotti nella staffa fresata:

<b>Tipologia:</b>	connessione acciaio - legno		<b>Normativa:</b>	NTC 14-01-2018 (UNI EN 1995:2005)	
<b>Connettori:</b>	spinotti o bulloni				
<b>Piani di taglio:</b>	2				

$R_{d,tot} = n_{file} n_{ef} R_{d,connettore}$	170,96	KN
$V_d =$	165,00	KN
<b>VERIFICA =</b>	97%	OK!

<b>Coefficienti:</b>		
$k_{mod} =$	1,1	
$\gamma_M =$	1,5	

<b>Connettori:</b>		
Tipologia	2	1= bullone, 2 = spinotto
d	16 mm	diametro connettore
$f_{u,k}$	800 Mpa	resistenza caratteristica connettore
$M_{y,k}$	324282,26 Nmm	momento caratteristico di snervamento

<b>Piastra acciaio</b>		
t	8 mm	spessore piastra acciaio

<b>Legno</b>		
$t_1$	75 mm	min(spessore elemento 1; penetrazione)
	GL24h	tipo di legno
$\alpha$	0°	angolo tra sforzo e fibre
$\rho_k$	380	densità caratteristica legno
$f_{h,0,k}$	26,1744	resistenza base a rifollamento legno
$k_{90}$	1,59	
$f_{h,1,k}$	26,1744	resistenza caratteristica a rifollamento legno

**Capacità portante di un connettore**

$R_k = \min \left\{ \begin{array}{l} f_{h,1,k} t_1 d \\ 2,3 (M_{yk} f_{h,1,k} d)^{0,5} \\ f_{h,1,k} t_1 d \left[ \frac{2+4 M_{yk}}{(f_{h,1,k} t_1^2 d)^{0,5}-1} \right] \end{array} \right.$	31,4093			
	= 26,8033	18,753564 KN	capacità portante caratteristica per piano di taglio	
	18,7536			
<b>quindi <math>R_k =</math></b>	<b>37,5071 KN</b>	<b>resistenza caratteristica di un connettore</b>		

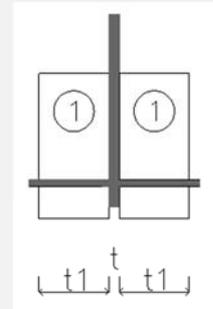
<b><math>R_{rd,connettore} =</math></b>	<b>27,51</b>	<b>capacità portante a progetto di un connettore</b>
---	--------------	--

n =	2	numero di connettori lungo la direzione delle fibre
a1 =	100	spaziatura dei bulloni in direzione della fibratura
$n_{ef} =$	1,5538574	numero efficace di connettori (se $\alpha=90$ , $n_{ef} = n$ )
$n_{file,min} =$	4	numero minimo di file
$n_{file} =$	4	

<b><math>R_{rd,connessione} =</math></b>	<b>170,96</b>	<b>capacità portante a progetto della connessione</b>
--	---------------	---



Verifica della trasmissione dello sforzo assiale con le viti fissate alla trave principale:

Sforzo agente assialmente sulle viti : 165 / cos 35° (inclinazione controventi) = 201.4 KN

Utilizzando nr 24 viti VGS 11x125 si verifica che:

■ VALORI STATICI

VALORI CARATTERISTICI  
EN 1995:2014

geometria		TRAZIONE <sup>(1)</sup> / COMPRESIONE <sup>(2)</sup>						trazione acciaio	instabilità
		estrazione filetto totale <sup>(3)</sup>		estrazione filetto parziale <sup>(4)</sup>					
d <sub>1</sub> [mm]	L [mm]	b [mm]	A <sub>min</sub> [mm]	legno R <sub>v,k</sub> [kN]	S <sub>g</sub> [mm]	A <sub>min</sub> [mm]	legno R <sub>v,k</sub> [kN]	acciaio R <sub>tr,k</sub> [kN]	acciaio R <sub>st,k</sub> [kN]
11	100	90	110	12,50	35	55	4,86	38,00	21,93
	125	115	135	15,97	48	68	6,60		
	150	140	160	19,45	60	80	8,33		
	175	165	185	22,92	73	93	10,07		
	200	190	210	26,39	85	105	11,81		
	225	215	235	29,86	98	118	13,54		
	250	240	260	33,34	110	130	15,28		
	275	265	285	36,81	123	143	17,01		
	300	290	310	40,28	135	155	18,75		
	325	315	335	43,75	148	168	20,49		
	350	340	360	47,22	160	180	22,22		
375	365	385	50,70	173	193	23,96			

$$F_d = 201.4 \text{ KN} < 24^{0.9} * 15.97 * 1.1 / 1.5 = 204.55 \text{ KN}$$

**FISSAGGIO CONTROVENTI DI COPERTURA IN LUCE SU TRAVE IN C.A.**

A trazione lo sforzo massimo di 165 KN viene trasmesso dal controvento alla trave perimetrale in c.a. con staffa a disegno fissata al c.a. con barre filettate M12 annegate nel getto in c.a. e al controvento con lama fresata con spinotti lisci diametro 16mm.

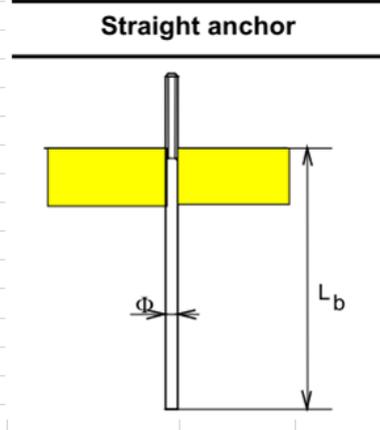
Verifica sezionale del controvento sollecitato a trazione: vedi verifica precedente

Verifica della trasmissione dello sforzo assiale con gli spinotti: vedi verifica precedente

Verifica della trasmissione dello sforzo assiale con le barre ancorate al c.a. in fase di getto. Sforzo agente assialmente sulle barre :  $165 / \cos 35^\circ$  (inclinazione controventi) = 201.4 KN

Utilizzando nr 6 barre filettate M12 infisse per 30cm nel c.a. in fase di getto si verifica che:

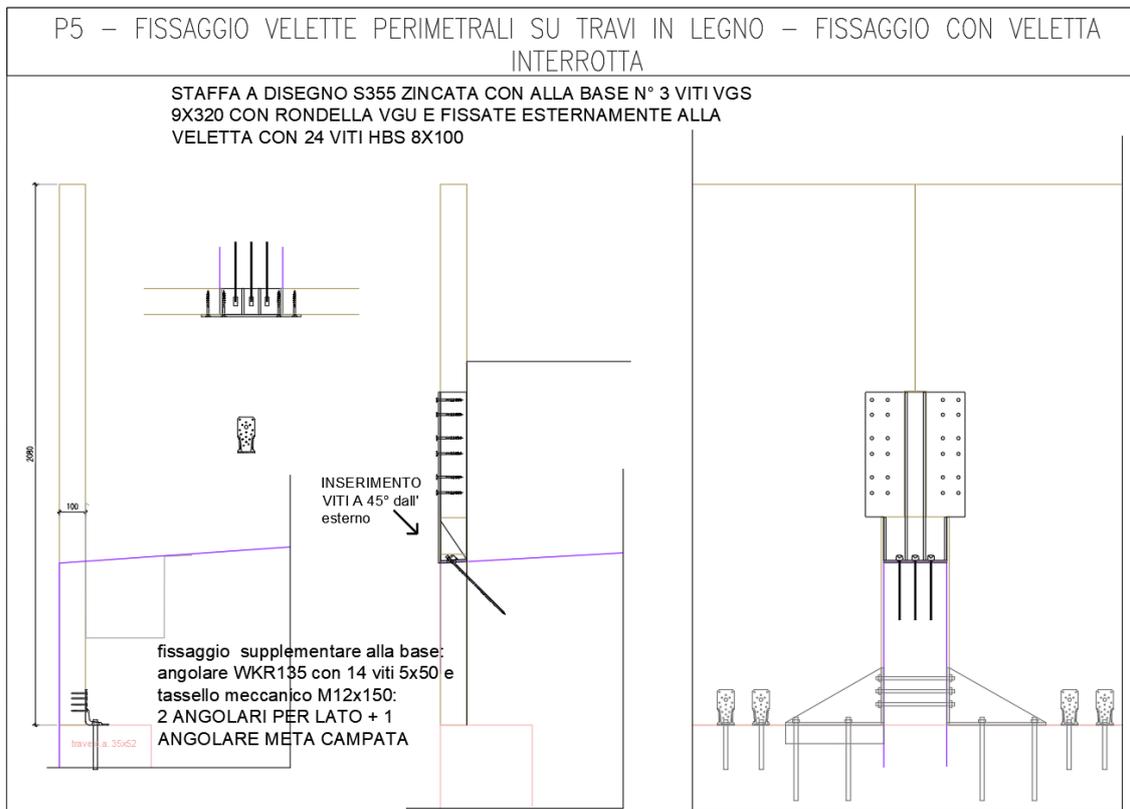
Calcestruzzo			
Classe	C20/25	$F_{a,Rd}$	35,00 kN
$\alpha_{cc}$	0,85		
$\gamma_c$	1,50		
$f_{ck}$	20,00 MPa		
$f_{cd}$	11,33 MPa		
$f_{cm}$	28,00 MPa		
$f_{ctm}$	2,21 MPa		
$f_{ctk}$	1,55 MPa		
$f_{ctd}$	1,03 MPa		
$f_{bk}$	3,48 MPa		
$f_{bd}$	2,32 MPa		
Tirafondo			
$\Phi$	16 mm		
Barra	Interamente filettata		
$A_s$	157,00 mm <sup>2</sup>		
$L_b$	300 mm		
Acciaio	5.6		
$\gamma_{Mb}$	1,25		
$f_{ub}$	500,00 MPa		



$F_d = 201.4 \text{ kN} < 6 * 35 = 210 \text{ kN}$

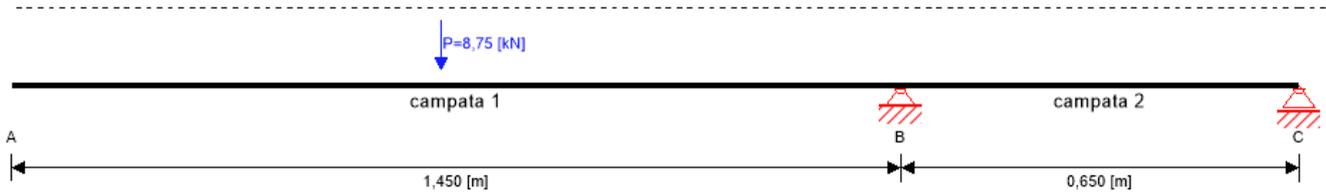
### FISSAGGIO VELETTA PERIMETRALE

La veletta perimetrale viene fissata sulla trave principale in legno tramite staffa a disegno e sulla trave in c.a. con angolari nervati.



A favore di sicurezza si considera un carico compressivo del vento sopravento + sottovento di  $0.65 \text{ KN/mq} + 0.33 \text{ KN/mq} = 0.98 \text{ KN/mq}$  approssimato a  $1.00 \text{ KN/mq}$ , per una lunghezza di influenza di  $4.2\text{m}$  e altezza della veletta di  $2.08\text{m} =$  carico compressivo di  $8.74 \text{ KN}$  applicato a  $2/3$  di altezza della veletta della veletta

VERIFICA FISSAGGIO A RIBALTAMENTO DIREZIONE ESTERNO EDIFICIO



reazione all'appoggio

Categoria di carico	$k_{mod}$	B	C
		[kN]	[kN]
carico da vento	0,9	18,85	0,00
		0,00	-10,10

Azione assiale sulle viti VGS 9x320 di fissaggio su trave principale:  $18.85 \cdot 1.5 = 28.3 \text{ KN}$   
 Si verifica che:

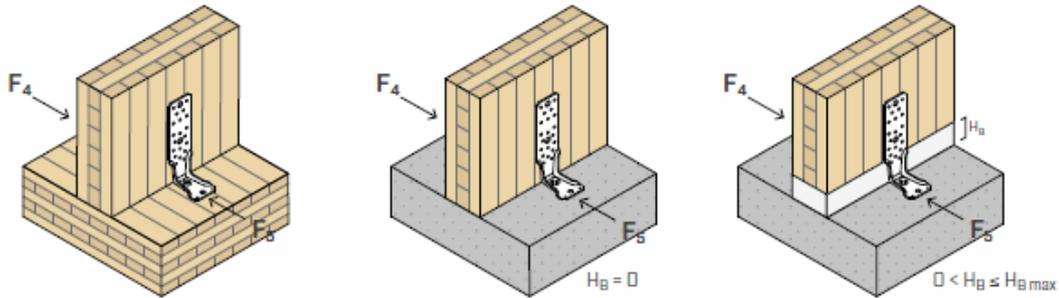
VALORI STATICI | GIUNZIONE ACCIAIO-LEGNO

geometria		SCORRIMENTO										
		legno			legno			acciaio				
VGU	VGS/VGS EVO	$S_g$	$A_{min}$	$R_{V,k}$	$S_g$	$A_{min}$	$R_{V,k}$	$S_g$	$A_{min}$	$R_{V,k}$	$R_{tens,45,k}$	
	$d_1$											
	L											
	[mm]	[mm]	[mm]	[kN]	[mm]	[mm]	[kN]	[mm]	[mm]	[kN]	[kN]	
		3 mm			8 mm			12 mm			-	
		100	75	75	6,03	70	70	5,63	65	65	5,22	
		120	95	85	7,63	90	85	7,23	85	80	6,83	
		140	115	100	9,24	110	100	8,84	105	95	8,44	
		160	135	115	10,85	130	110	10,45	125	110	10,04	
		180	155	130	12,46	150	125	12,05	145	125	11,65	
		200	175	145	14,06	170	140	13,66	165	135	13,26	
		220	195	160	15,67	190	155	15,27	185	150	14,87	
		240	215	170	17,28	210	170	16,88	205	165	16,47	
		260	235	185	18,88	230	185	18,48	225	180	18,08	
		280	255	200	20,49	250	195	20,09	245	195	19,69	
VGU945	9	300	275	215	22,10	270	210	21,70	265	205	21,29	17,96
VGUEVO945		320	295	230	23,71	290	225	23,30	285	220	22,90	
		340	315	245	25,31	310	240	24,91	305	235	24,51	
		360	335	255	26,92	330	255	26,52	325	250	26,12	

$$F_d = 28.3 \text{ KN} < 3^{0.9} * 23.30 * 1.1 / 1.5 = 45.9 \text{ KN}$$

Azione di ribaltamento sull'angolare nervato WKR135 con 11 viti 5x50 e un tassello M12:  $10.10 * 1.5 = 15.15 \text{ KN}$   
 Si verifica che:

■ VALORI STATICI |  $F_4$  |  $F_5$

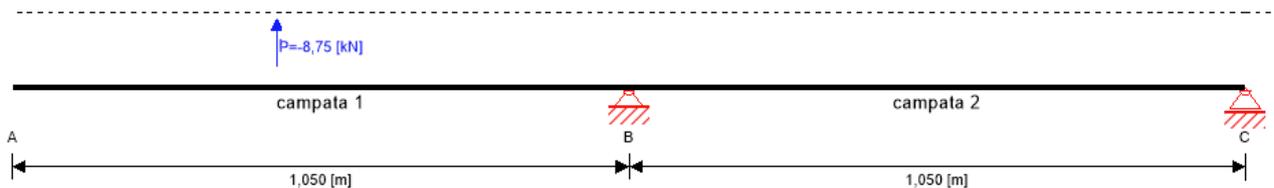


LEGNO-CALCESTRUZZO

CODICE	configurazione	fissaggi fori Ø5			$H_B = 0$		$0 < H_B \leq H_{B \max}$		$l_{BL}^{(2)}$ [mm]
		tipo	Ø x L [mm]	$n_V$ [pz.]	$R_{4,k \text{ timber}}^{(1)}$ [kN]	$R_{5,k \text{ timber}}^{(1)}$ [kN]	$R_{4,k \text{ timber}}^{(1)}$ [kN]	$R_{5,k \text{ timber}}^{(1)}$ [kN]	
WKR9530	pattern 1	LBA	Ø4 x 60	6	14,7	2,6	11,3	2,6	70,0
		LBS	Ø5 x 50		14,1	3,4	10,7	3,4	
WKR13535	pattern 1	LBA	Ø4 x 60	11	18,3	2,6	14,9	2,6	70,0
		LBS	Ø5 x 50		17,2	3,6	13,8	3,6	
WKR21535	pattern 1	LBA	Ø4 x 60	18	23,0	2,6	19,6	2,6	70,0
		LBS	Ø5 x 50		21,1	3,6	17,7	3,6	
WKR28535	pattern 1	LBA	Ø4 x 60	16	21,7	1,0	13,0	0,9	160,0
		LBS	Ø5 x 50		20,0	1,0	11,3	0,9	
	pattern 2	LBA	Ø4 x 60	22	25,6	2,6	22,3	2,6	70,0
		LBS	Ø5 x 50		23,4	3,6	20,0	3,6	
WKR53035	pattern 1	LBA	Ø4 x 60	16	21,7	0,3	11,5	0,3	343,0
		LBS	Ø5 x 50		20,0	0,3	9,8	0,3	
	pattern 2	LBA	Ø4 x 60	16	21,7	0,3	11,5	0,3	423,0
		LBS	Ø5 x 50		20,0	0,3	9,8	0,3	

$$F_d = 15.15 / 4 \text{ (2 angolare per lato trave)} = 3.8 \text{ KN} < 17.2 * 1.1 / 1.5 = 12.6 \text{ KN}$$

VERIFICA FISSAGGIO A RIBALTAMENTO DIREZIONE INTERNO EDIFICIO



■ reazione all'appoggio

Categoria di carico	$k_{mod}$	B	C
		[kN]	[kN]
carico da vento	0,9	0,00	5,00
		-13,75	0,00

Azione assiale sulle viti HBS 8x100 di fissaggio su trave principale:  $13.75 * 1.5 = 20.6 \text{ KN}$

Si verifica che:

■ VALORI STATICI | X-LAM

VALORI CARATTERISTICI  
EN 1995:2014

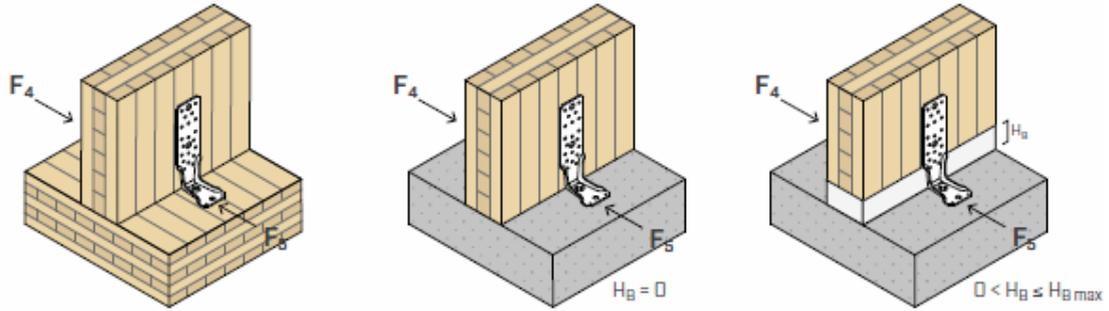
geometria			TRAZIONE			
			estrazione filetto lateral face	estrazione filetto narrow face	penetrazione testa	penetrazione testa con rondella HUS
$d_1$ [mm]	L [mm]	b [mm]	$R_{ax,k}$ [kN]	$R_{ax,k}$ [kN]	$R_{head,k}$ [kN]	$R_{head,k}$ [kN]
6	60	30	2,11	-	1,51	4,20
	70÷80	40	2,81	-	1,51	4,20
	90÷100	50	3,51	-	1,51	4,20
	110÷130	60	4,21	-	1,51	4,20
	140÷400	75	5,27	-	1,51	4,20
8	80÷100	52	4,87	3,70	2,21	6,56
	120÷140	60	5,62	4,21	2,21	6,56
	160÷280	80	7,49	5,45	2,21	6,56
	300÷600	100	9,36	6,66	2,21	6,56
10	80÷100	52	6,08	4,42	3,50	9,45
	120÷140	60	7,02	5,03	3,50	9,45
	160÷280	80	9,36	6,51	3,50	9,45
	300÷600	100	11,70	7,96	3,50	9,45

$$F_d = 20.6 \text{ KN} < 24^{0.9} * 4.87 * 1.1 / 1.5 = 62.3 \text{ KN}$$

Azione di ribaltamento sull'angolare nervato WKR135 con 11 viti 5x50 e un tassello M12:  $5.00 * 1.5 = 7.5 \text{ KN}$

Si verifica che:

■ VALORI STATICI |  $F_4$  |  $F_5$



LEGNO-CALCESTRUZZO

CODICE	configurazione	fissaggi fori Ø5			$H_B = 0$		$0 < H_B \leq H_{B \max}$		$l_{gl}^{(2)}$ [mm]
		tipo	Ø x L [mm]	$n_v$ [pz.]	$R_{4,k \text{ timber}}^{(1)}$ [kN]	$R_{5,k \text{ timber}}^{(1)}$ [kN]	$R_{4,k \text{ timber}}^{(1)}$ [kN]	$R_{5,k \text{ timber}}^{(1)}$ [kN]	
WKR9530	pattern 1	LBA	Ø4 x 60	6	14,7	2,6	11,3	2,6	70,0
		LBS	Ø5 x 50		14,1	3,4	10,7	3,4	
WKR13535	pattern 1	LBA	Ø4 x 60	11	18,3	2,6	14,9	2,6	70,0
		LBS	Ø5 x 50		17,2	3,6	13,8	3,6	
WKR21535	pattern 1	LBA	Ø4 x 60	18	23,0	2,6	19,6	2,6	70,0
		LBS	Ø5 x 50		21,1	3,6	17,7	3,6	
WKR28535	pattern 1	LBA	Ø4 x 60	16	21,7	1,0	13,0	0,9	160,0
		LBS	Ø5 x 50		20,0	1,0	11,3	0,9	
	pattern 2	LBA	Ø4 x 60	22	25,6	2,6	22,3	2,6	70,0
		LBS	Ø5 x 50		23,4	3,6	20,0	3,6	
WKR53035	pattern 1	LBA	Ø4 x 60	16	21,7	0,3	11,5	0,3	343,0
		LBS	Ø5 x 50		20,0	0,3	9,8	0,3	
	pattern 2	LBA	Ø4 x 60	16	21,7	0,3	11,5	0,3	423,0
		LBS	Ø5 x 50		20,0	0,3	9,8	0,3	

$$F_d = 7.50 / 4 \text{ (2 angolare per lato trave)} = 1.87 \text{ KN} < 3.6 * 1.1 / 1.5 = 2.64 \text{ KN}$$

A favore di sicurezza si prescrive un ulteriore angolare nervato WKR 135 a metà campata tra due travi principali