

Sistema Socio Sanitario



Regione  
Lombardia

ATS Insubria

## ATS INSUBRIA

U.O.C. GESTIONE TECNICO PATRIMONIALE  
VIA OTTORINO ROSSI 9 – VARESE

LAVORI DI RIFACIMENTO DEL MANTO DI COPERTURA  
DELL'EDIFICIO DENOMINATO "CASA DEL PRETE"  
PRESSO L'EX O.N.P DI VARESE – VIA OTTORINO ROSSI 9

Tecnico incaricato

**Ing. Giuseppe Nicora**

Via Metastasio n.4  
21100 Varese (Va)  
Tel: +39 0332 288433  
Cell: +39 348 22 16 521  
e-mail: giuseppenicora@gmail.com

Collaboratore

**Ing. Roberto Torresan**

Via Mameli, 22  
21052 Busto Arsizio (Va)  
Tel/Fax: +39 0331 63 02 24  
Cell: +39 335 53 32 571  
e-mail: roberto-torresan@virgilio.it

Tavola Nr.

Agg.

-

Scala

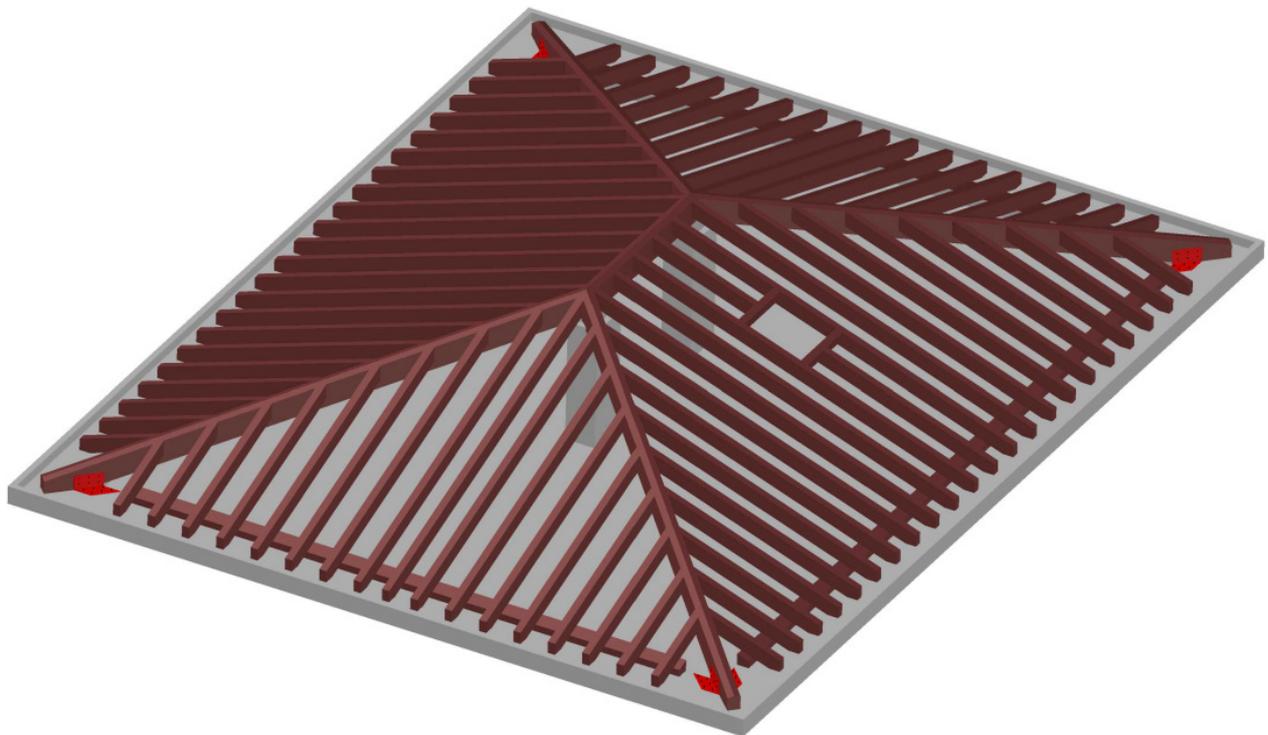
RELAZIONE DI CALCOLO

## RELAZIONE DI CALCOLO

Oggetto della presente relazione di calcolo sono le verifiche eseguite sui componenti strutturali lignei della nuova copertura del fabbricato situato nel comune di Varese in Via Ottorino Rossi n.9, denominato "Casa del Prete" a destinazione prevalente uffici.

Si tratta di un tetto di forma planimetrica rettangolare a quattro falde in sostituzione della struttura esistente non idonea staticamente in relazione ai requisiti richiesti delle attuali normative.

Le dimensioni in pianta sono 12.30m x 15.40m e la pendenza, uguale per le quattro falde e pari al 34%.



## **NORMATIVE DI RIFERIMENTO**

### **STRUTTURA**

**Norme tecniche per le Costruzioni – D.M. 17/01/2018 (NTC 2018).**

Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008

**Norme di cui è consentita l'applicazione ai sensi del cap. 12 del D.M. 17/01/2018.**

**UNI EN 1990: 2004 - Eurocodice 1** – Criteri generali di progettazione strutturale.

**UNI ENV 1991-1-1: 2004; -1-2; 1-3; 1.5 ; UNI ENV 1991-2-4: 1997** - Azioni sulla struttura.

**Eurocodice 2** - Progettazione delle strutture in calcestruzzo.

**UNI ENV 1992-1-1 Parte 1-1:**Regole generali e regole per gli edifici.

**Eurocodice 3** – Progettazione delle strutture in acciaio.

### **CARICHI E SOVRACCARICHI**

**Norme tecniche per le Costruzioni D.M. 17/01/2018 (NTC 2018).**

Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008

## CARICHI

### Carico distribuito con riferimento globale Z

| Descrizione          | Cod. | Cond. carico | Tipo Azione/categoria          | Val. iniz.  | Dist. iniz. nodo I | Val. finale | Dist.fin. nodo I | Aliq.inerz. | Aliq.inerz. SLD |
|----------------------|------|--------------|--------------------------------|-------------|--------------------|-------------|------------------|-------------|-----------------|
| Permanenti copertura | 1    | Condizione 1 | Permanente: Permanente portato | -30.000000  | 0.000              | -30.000000  | 0.000            | 1.0000      | 1.0000          |
| Neve                 | 2    | Condizione 2 | Variabile: Neve                | -156.000000 | 0.000              | -156.000000 | 0.000            | 0.3000      | 0.3000          |

## COMBINAZIONI DI CARICO

### COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

| Num. | Descrizione | Parametri                     | Tipo azione/categoria               | Condizione              | Moltiplicatore |
|------|-------------|-------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|----------------|
| 1    | Dinamica    | Azione sismica: Presente      | Permanente: Peso Proprio            | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |             |                               | Permanente: Permanente portato      | Condizione 1            | 1.000          |
|      |             |                               | Variabile: Domestici e residenziali | Condizione 3            | 0.300          |
|      |             |                               | Variabile: Neve                     | Condizione 2            | 0.000          |
| 2    | Statica     | Azione sismica: Sisma assente | Permanente: Peso Proprio            | Condizione peso proprio | 1.300          |
|      |             |                               | Permanente: Permanente portato      | Condizione 1            | 1.300          |
|      |             |                               | Variabile: Domestici e residenziali | Condizione 3            | 1.500          |
|      |             |                               | Variabile: Neve                     | Condizione 2            | 1.500          |

### COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE D'ESERCIZIO

| Num. | Descrizione      | Parametri                   | Tipo azione/categoria               | Condizione              | Moltiplicatore |
|------|------------------|-----------------------------|-------------------------------------|-------------------------|----------------|
| 3    | Rara             | Tipologia: Rara             | Permanente: Peso Proprio            | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |                  |                             | Permanente: Permanente portato      | Condizione 1            | 1.000          |
|      |                  |                             | Variabile: Domestici e residenziali | Condizione 3            | 1.000          |
|      |                  |                             | Variabile: Neve                     | Condizione 2            | 1.000          |
| 4    | Frequente        | Tipologia: Frequente        | Permanente: Peso Proprio            | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |                  |                             | Permanente: Permanente portato      | Condizione 1            | 1.000          |
|      |                  |                             | Variabile: Domestici e residenziali | Condizione 3            | 0.500          |
|      |                  |                             | Variabile: Neve                     | Condizione 2            | 0.200          |
| 5    | Quasi permanente | Tipologia: Quasi permanente | Permanente: Peso Proprio            | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |                  |                             | Permanente: Permanente portato      | Condizione 1            | 1.000          |
|      |                  |                             | Variabile: Domestici e residenziali | Condizione 3            | 0.300          |
|      |                  |                             | Variabile: Neve                     | Condizione 2            | 0.000          |

### COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI DANNO

| Num. | Descrizione | Parametri                | Tipo azione/categoria               | Condizione              | Moltiplicatore |
|------|-------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------|----------------|
| 6    | S.L.D.      | Azione sismica: Presente | Permanente: Peso Proprio            | Condizione peso proprio | 1.000          |
|      |             |                          | Permanente: Permanente portato      | Condizione 1            | 1.000          |
|      |             |                          | Variabile: Domestici e residenziali | Condizione 3            | 0.300          |
|      |             |                          | Variabile: Neve                     | Condizione 2            | 0.000          |

## Carichi da neve

**Normativa** : NTC 2018 (Norme tecniche per le costruzioni)

Il carico provocato dalla presenza della neve agisce in direzione verticale ed è riferito alla proiezione orizzontale della superficie della copertura. Esso è valutato con la seguente espressione:

$$q_s = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t$$

**rovincia** : Varese

**Zona** : Im

**Altitudine** : 400 m s.l.m.

**Valore caratteristico neve al suolo** :  $q_{sk} = 1.95 \text{ kN/m}^2$

**Coefficiente di esposizione**  $C_E$  : 1 (Normale)

**Coefficiente termico**  $C_t$  : 1

**Tipo di copertura**: a due falde ( $\alpha_1 = 19^\circ$ ,  $\alpha_2 = 19^\circ$ )

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 ostruzioni, allora il coefficiente di forma non potrà essere assunto inferiore a 0,8 indipendentemente dall'angolo  $\alpha$ .

**Carico da neve** :

$$q_s(\mu_1(\alpha_1)) = 1.56 \text{ kN/m}^2 \quad [\mu_1(\alpha_1) = 0.8]$$

$$q_s(\mu_1(\alpha_2)) = 1.56 \text{ kN/m}^2 \quad [\mu_1(\alpha_2) = 0.8]$$

$$q_s(\mu_1=0.8) = 1.56 \text{ kN/m}^2$$

## RELAZIONE SUI MATERIALI

- **LEGNO**

Valori caratteristici per le proprietà di resistenza e di massa volumica legno lamellare incollato da costruzione

### Legno lamellare:

#### Classe di Resistenza : GL24h UNI EN 1194:2000)

$$f_{m,k} = 240 \frac{Kg}{cm^2} \quad \text{Resistenza caratteristica a flessione}$$

$$f_{c,0,k} = 240 \frac{Kg}{cm^2} \quad \text{Resistenza caratteristica a compressione parallela}$$

$$f_{v,k} = 27 \frac{Kg}{cm^2} \quad \text{Resistenza taglio}$$

### Strutture in legno (4.4 NTC)

Classe di servizio : 2 (tab. 4.4.II)

$\gamma_M = 1,45$  (tab. 4.4.III) Legno lamellare

$K_{mod} = 0,80$  (tab. 4.4.IV)

$$f_{m,z,d} = f_{m,k} \times K_{mod} / \gamma_M = 240 \times 0,80 / 1,45 = 132.41 \text{ kG/cm}^2$$

$$f_{v,d} = f_{v,k} \times K_{mod} / \gamma_M = 27 \times 0,80 / 1,45 = 14.89 \text{ kG/cm}^2$$

### Acciaio Strutturale:

#### S275

$$f_{y,k} = 2750 \frac{Kg}{cm^2} \quad \text{Resistenza caratteristica a snervamento}$$

$$f_{y,d} = 2619 \frac{Kg}{cm^2} \quad \text{Resistenza di progetto}$$

### ANALISI STRUTTURALE

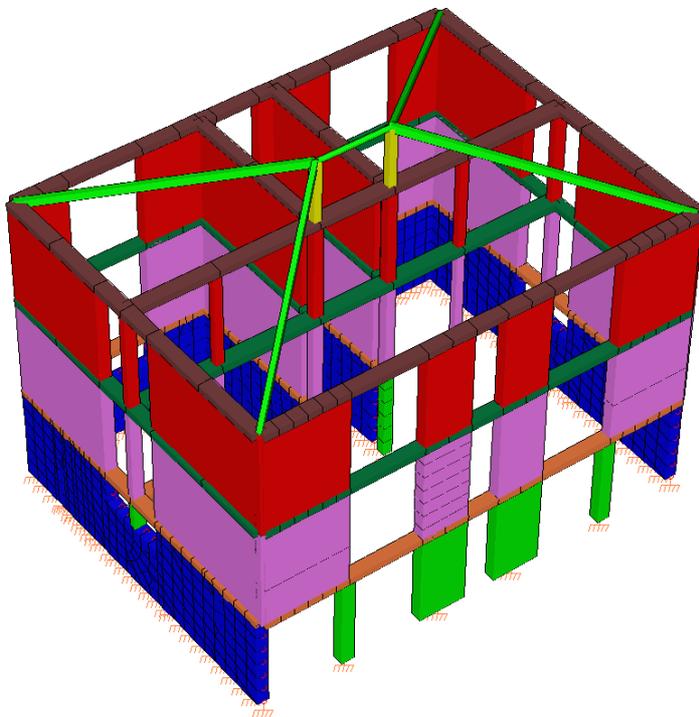
Per stimare i valori delle sollecitazioni dovute alle azioni dovute ai carichi gravitazionali è stato predisposto il modello agli elementi finiti dell'intero edificio.

Tale tipo di modello si ritiene sufficientemente affidabile per lo studio del caso in esame.

La copertura esistente è composta da travi di displuvio con sezione rettangolare 15x22cm, trave di colmo uso trieste diametro 16cm e travetti di sezione rettangolare 5x20.

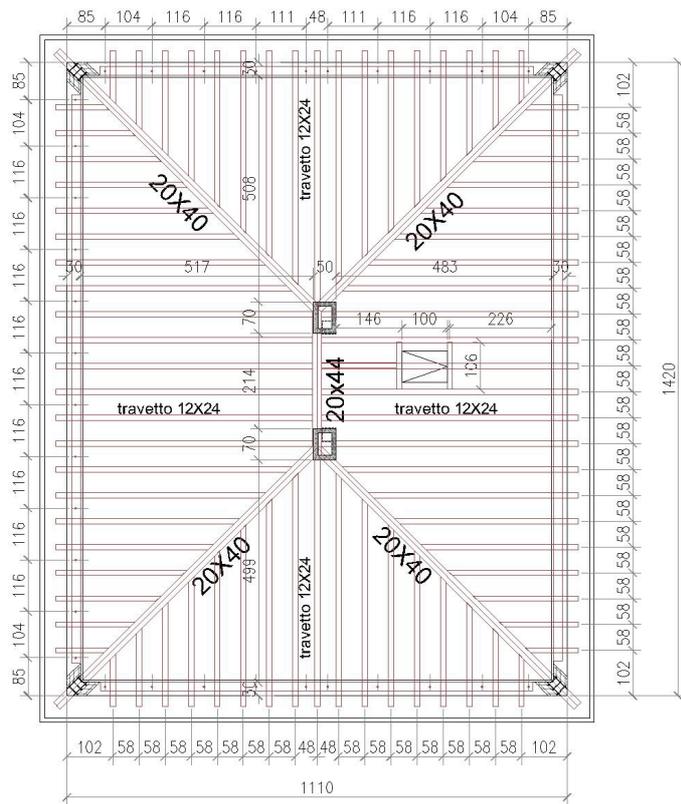
Le sollecitazioni sulle suddette membrature, tenendo conto del carico variabile "neve" previsto dalle attuali normative, sono superiori alle resistenze delle stesse; per tale motivo si è prevista la totale rimozione ed il rifacimento con la sopradescritta struttura in legno lamellare.

La nuova struttura sarà realizzata in legno lamellare e sarà composta da travi di displuvio con sezione rettangolare 20x40 cm, trave di colmo 20x44 cm e travetti di sezione rettangolare 12x24.

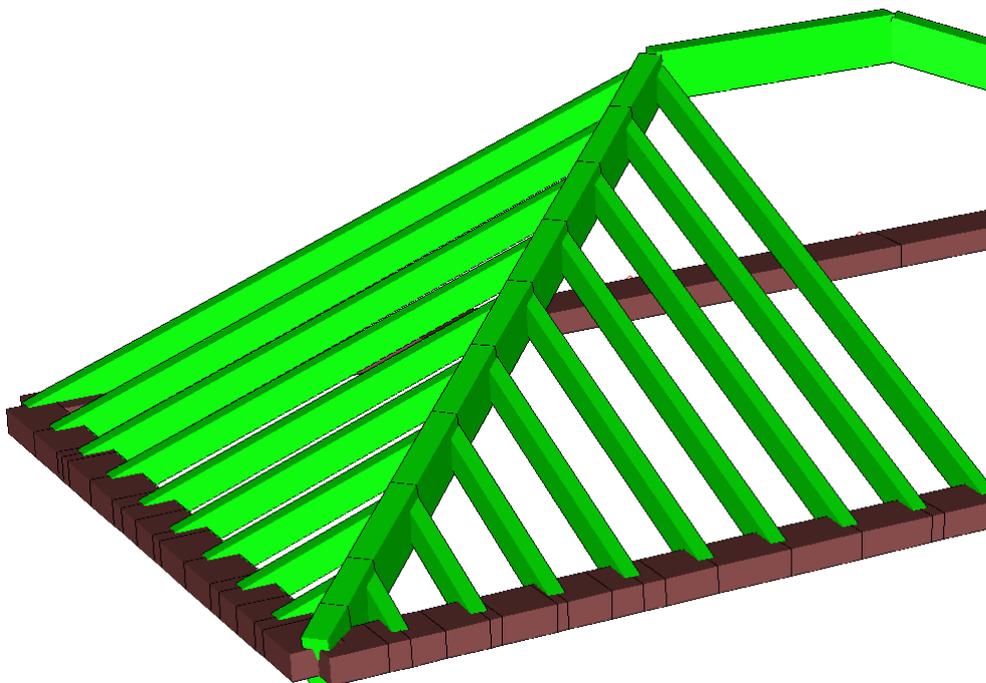


Modello 3D della struttura dell'intero fabbricato

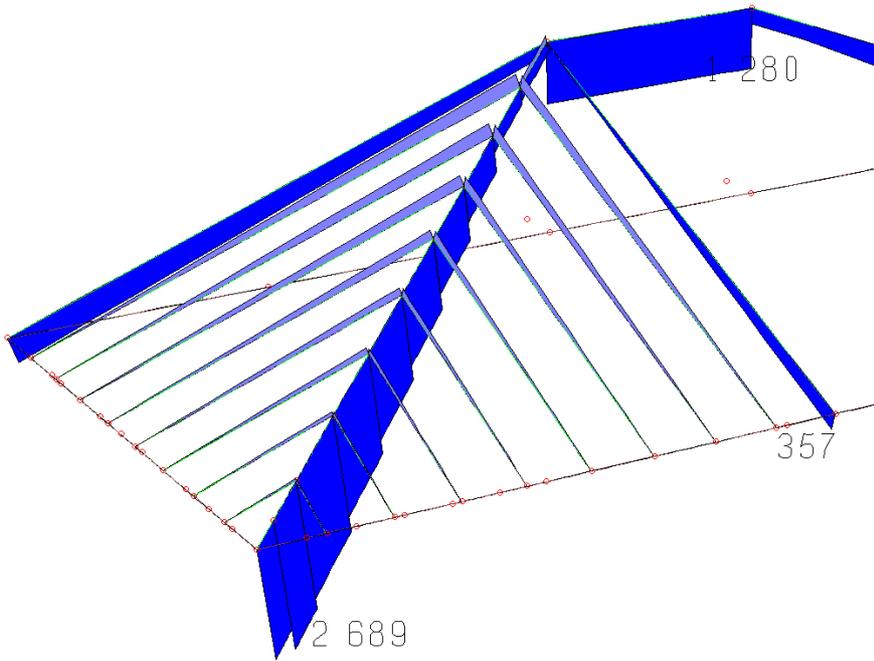
## VERIFICHE STATICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI DI NUOVA REALIZZAZIONE



Pianta nuova copertura

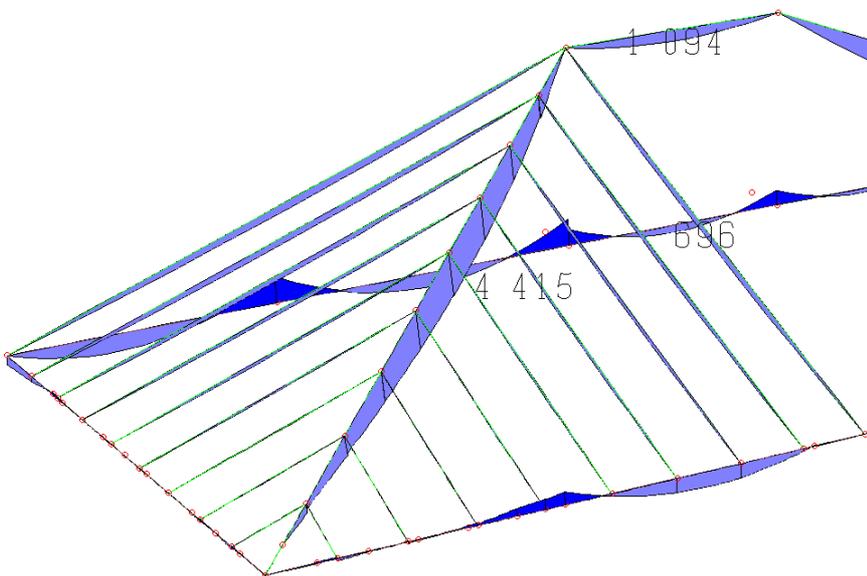


Modello 3D di dettaglio per calcolo azione agenti sul diagonale, sui travetti e sul nuovo colmo



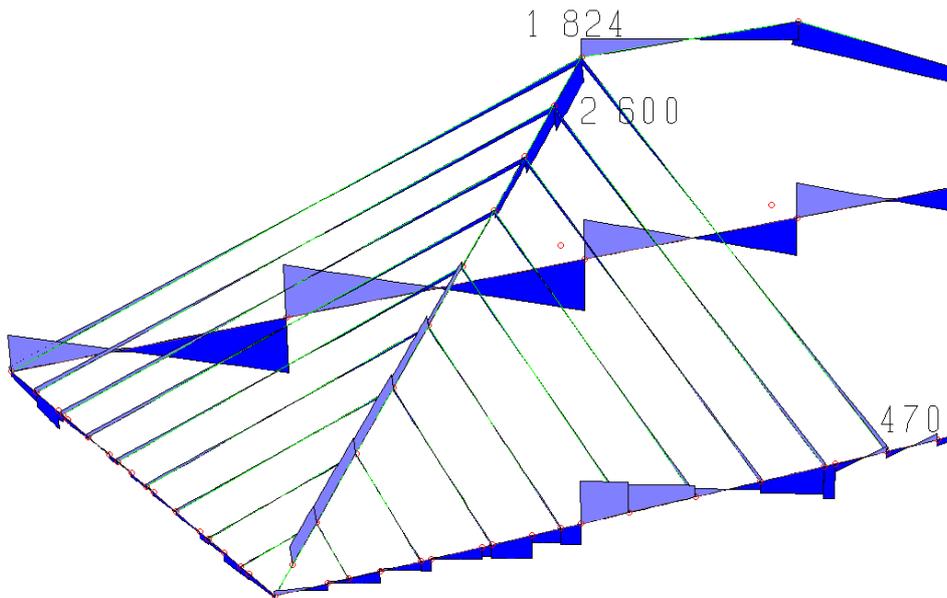
Azioni Assiali su travetto, colmo e diagonale

- Travetto  $N_{SD} = 357 \text{ kG}$
- Diagonale  $N_{SD} = 2689 \text{ kG}$
- Colmo  $N_{SD} = 1280 \text{ kG}$



Azioni Momento flettente su travetto, colmo e diagonale

- Travetto  $M_{y, SD} = 696 \text{ kGm}$
- Diagonale  $M_{y, SD} = 4415 \text{ kGm}$
- Colmo  $M_{y, SD} = 1094 \text{ kGm}$



Azioni del Taglio sul travetto, colmo e diagonale

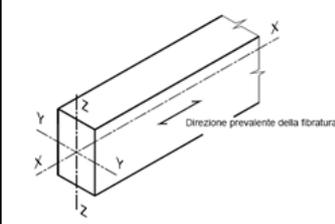
Travetto  $V_{SD} = 470 \text{ kG}$

Diagonale  $V_{SD} = 2600 \text{ kG}$

Colmo  $V_{SD} = 1824 \text{ kG}$

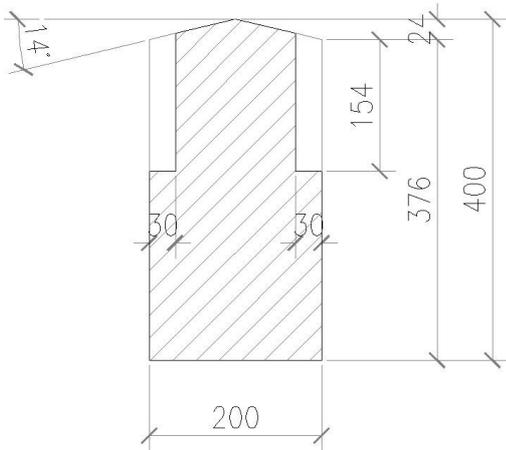
# VERIFICA TRAVETTO 12X24 cm

| Definisci Sezione   |        |  |                          |  |  |  |                                       |
|---|--------|--|--------------------------|--|--|--|---------------------------------------|
| <b>Verifica sezione in legno - versione 1.1 β 2</b>   |        |  |                          |  |  |  |                                       |
| Classe di durata del carico   |        | <b>Media durata</b>  |                          |  |  |  |                                       |
|   |        | <i>1 settimana - 6 mesi [sovr. Var - neve ad alta quota]</i> |                          |  |  |  |                                       |
| Classe di servizio  |        | 2  |                          | 65% < UR < 85%   |  | k <sub>mod</sub> 0,8                   |                                       |
| Tipologia   |        | Legno lamellare incollato                                    |                          |  |  | γ <sub>m</sub> 1,45                    |                                       |
| Sezione   |        | H [cm] 24,0  | A [cm <sup>2</sup> ] 288 | J <sub>y</sub> [cm <sup>4</sup> ] 13824                | J <sub>z</sub> [cm <sup>4</sup> ] 3456 | W <sub>y</sub> [cm <sup>3</sup> ] 1152 | W <sub>z</sub> [cm <sup>3</sup> ] 576 |
| Rettangolare  |        | B [cm] 12,0  |                          |  |  |  |                                       |
| <b>Valori caratteristici del materiale</b>  |        |  |                          |  |  |  |                                       |
|   |        |  |                          | <b>GL24h</b>   |  |  |                                       |
| <b>Proprietà di Resistenza [N/mm<sup>2</sup>]</b>   |        |  |                          | <b>Proprietà di modulo elastico [N/mm<sup>2</sup>]</b> |  |  |                                       |
| Flessione* f <sub>m,k</sub> 24,00   |        |  |                          | parallelo medio E <sub>0,m</sub> 11600                 |  |  |                                       |
| Trazione parallela* f <sub>t0,k</sub> 16,50   |        |  |                          | parallelo caratteristico E <sub>0,05</sub> 9400        |  |  |                                       |
| Trazione perpendicolare f <sub>t90,k</sub> 0,40   |        |  |                          | perpendicolare medio E <sub>90,m</sub> 390             |  |  |                                       |
| Compressione parallela f <sub>c0,k</sub> 24,00  |        |  |                          | tangenziale medio G <sub>m</sub> 720                   |  |  |                                       |
| Compressione perpendicolare f <sub>c90,k</sub> 2,70   |        |  |                          | <b>Massa volumica [kg/m<sup>3</sup>]</b>               |  |  |                                       |
| Taglio f <sub>v,k</sub> 2,70  |        |  |                          | caratteristica ρ <sub>n</sub> 380                      |  |  |                                       |
| Considero k <sub>n</sub> ?  |        | NO   |                          | k <sub>n,155,y</sub> 1,00                              |  | k <sub>n,155,z</sub> 1,00              |                                       |
|   |        |  |                          | k <sub>n,155,y</sub> 1,00                              |  | k <sub>n,155,z</sub> 1,00              |                                       |
| <i>Il coefficiente k<sub>n</sub> incrementa i valori caratteristici di flessione e trazione parallela</i>   |        |  |                          |  |  |  |                                       |
| <b>Stati limite ultimi</b>  |        |  |                          |  |  |  |                                       |
| <b>Sollecitazioni [kN,kNm]</b>  |        |  |                          |  |  |  |                                       |
| N <sub>d</sub>  |        | 3,57 kN  |                          |  |  |  |                                       |
| T <sub>z,d</sub>  |        | 0,00 kN  |                          |  |  |  |                                       |
| T <sub>y,d</sub>  |        | 4,70 kN  |                          |  |  |  |                                       |
| M <sub>y,d</sub>  |        | 6,92 kNm   |                          |  |  |  |                                       |
| M <sub>z,d</sub>  |        | 0,00 kNm   |                          |  |  |  |                                       |
| M <sub>td</sub>   |        | 0,00 kNm   |                          |  |  |  |                                       |
| <b>Verifiche di resistenza</b>  |        |  |                          |  |  |  |                                       |
| Trazione parallela alla fibratura   |        |  |                          | Verifica non necessaria                                |  |  |                                       |
| Trazione perpendicolare alla fibratura  |        |  |                          | Da sviluppare  |  |  |                                       |
| Compressione parallela alla fibratura   |        |  |                          | La sezione è verificata                                |  |  |                                       |
| σ <sub>0,d</sub>  | 0,12   | N/mm <sup>2</sup>  | <                        | f <sub>0,d</sub>                                       | 13,24                                  | N/mm <sup>2</sup>                      |                                       |
| Compressione perpendicolare alla fibratura  |        |  |                          | Da sviluppare  |  |  |                                       |
| compressione e inclinata rispetto alla fibratura  |        |  |                          | Da sviluppare  |  |  |                                       |
| <b>Flessione</b>  |        |  |                          | <b>La sezione è verificata</b>                         |  |  |                                       |
| σ <sub>m,d</sub>  | 6,01   | N/mm <sup>2</sup>  |                          | σ <sub>m,z,d</sub>                                     | 0,00                                   | N/mm <sup>2</sup>                      |                                       |
| f <sub>m,d</sub>  | 13,24  | N/mm <sup>2</sup>  |                          | f <sub>m,z,d</sub>                                     | 13,24                                  | N/mm <sup>2</sup>                      |                                       |
| k <sub>m</sub>  | 1,00   |  |                          |  |  |  |                                       |
| σ <sub>m,d</sub> / f <sub>m,d</sub> + k <sub>m</sub> σ <sub>m,z,d</sub> / f <sub>m,z,d</sub>  |        |  |                          | 0,45 < 1   |  |  |                                       |
| k <sub>m</sub> σ <sub>m,d</sub> / f <sub>m,d</sub> + σ <sub>m,z,d</sub> / f <sub>m,z,d</sub>  |        |  |                          | 0,45 < 1   |  |  |                                       |
| <b>Tensoflessione</b>   |        |  |                          | Verifica non necessaria                                |  |  |                                       |
| <b>Pressoflessione</b>  |        |  |                          | <b>La sezione è verificata</b>                         |  |  |                                       |
| (σ <sub>0,d</sub> / f <sub>0,d</sub> ) <sup>2</sup> + σ <sub>m,d</sub> / f <sub>m,d</sub> + k <sub>m</sub> σ <sub>m,z,d</sub> / f <sub>m,z,d</sub>                      |        |  |                          | 0,45 < 1   |  |  |                                       |
| (σ <sub>0,d</sub> / f <sub>0,d</sub> ) <sup>2</sup> + k <sub>m</sub> σ <sub>m,d</sub> / f <sub>m,d</sub> + σ <sub>m,z,d</sub> / f <sub>m,z,d</sub>                      |        |  |                          | 0,45 < 1   |  |  |                                       |
| <b>Taglio</b>   |        |  |                          | <b>La sezione è verificata</b>                         |  |  |                                       |
| τ <sub>d</sub>  | 0,24   | N/mm <sup>2</sup>  | <                        | f <sub>v,d</sub>                                       | 1,49                                   | N/mm <sup>2</sup>                      |                                       |
| <b>Torsione</b>   |        |  |                          | Verifica non necessaria                                |  |  |                                       |
| k <sub>sh</sub>   | 1,30   |  |                          |  |  |  |                                       |
| τ <sub>br,d</sub>   | 0,00   | N/mm <sup>2</sup>  | <                        | k <sub>sh</sub> f <sub>v,d</sub>                       | 1,94                                   | N/mm <sup>2</sup>                      |                                       |
| <b>Taglio e Torsione</b>  |        |  |                          | Verifica non necessaria                                |  |  |                                       |
| <b>Verifiche di stabilità</b>   |        |  |                          |  |  |  |                                       |
| <b>Elementi inflessi - asse y</b>   |        |  |                          | <b>La sezione è verificata</b>                         |  |  |                                       |
| l <sub>eff</sub>  | 610,00 | cm   |                          |  |  |  |                                       |
| σ <sub>m,0,ort</sub>  | 72,37  | N/mm <sup>2</sup>  |                          | <i>tensione critica di svergolamento</i>               |  |  |                                       |
| λ <sub>rel</sub>  | 0,58   |  |                          | <i>snellezza relativa di svergolamento</i>             |  |  |                                       |
| k <sub>ort</sub>  | 1,00   |  |                          | <i>coefficiente di sbandamento laterale</i>            |  |  |                                       |
| σ <sub>m,0,d</sub> / (k <sub>ort</sub> f <sub>0,d</sub> ) + k <sub>m</sub> σ <sub>m,z,d</sub> / f <sub>m,z,d</sub>  |        |  |                          | 0,45 < 1   |  |  |                                       |
| k <sub>m</sub> σ <sub>m,0,d</sub> / (k <sub>ort</sub> f <sub>0,d</sub> ) + σ <sub>m,z,d</sub> / f <sub>m,z,d</sub>  |        |  |                          | 0,45 < 1   |  |  |                                       |
| <b>Elementi inflessi - asse z</b>   |        |  |                          | Verifica non necessaria                                |  |  |                                       |
| <b>Elementi tensoinflessi - asse y</b>  |        |  |                          | Verifica non necessaria                                |  |  |                                       |
| <b>Elementi tensoinflessi - asse z</b>  |        |  |                          | Verifica non necessaria                                |  |  |                                       |
| <b>Elementi compressi</b>   |        |  |                          | <b>La sezione è verificata</b>                         |  |  |                                       |
| l <sub>0</sub>  | 610,00 | cm   |                          | <i>lunghezza di libera inflessione</i>                 |  |  |                                       |
| i <sub>y</sub>  | 6,93   | cm   |                          | <i>raggio di inerzia y</i>                             |  |  |                                       |
| i <sub>z</sub>  | 3,46   | cm   |                          | <i>raggio di inerzia z</i>                             |  |  |                                       |
| λ <sub>rel,y</sub>  | 1,42   |  |                          | <i>snellezza relativa y</i>                            |  |  |                                       |
| λ <sub>rel,z</sub>  | 2,83   |  |                          | <i>snellezza relativa z</i>                            |  |  |                                       |
| k   | 4,64   |  |                          | <i>coefficiente di sbandamento laterale</i>            |  |  |                                       |
| k <sub>orta</sub>   | 0,12   |  |                          | <i>coefficiente di sbandamento laterale</i>            |  |  |                                       |
| σ <sub>0,d</sub> / (k <sub>orta</sub> f <sub>0,d</sub> )  |        |  |                          | 0,08 < 1   |  |  |                                       |
| <b>Elementi pressoinflessi - asse y</b>   |        |  |                          | <b>La sezione è verificata</b>                         |  |  |                                       |
| σ <sub>0,d</sub> / k <sub>orta</sub> f <sub>0,d</sub> + σ <sub>m,0,d</sub> / k <sub>ort</sub> f <sub>0,d</sub> + k <sub>m</sub> σ <sub>m,z,d</sub> / f <sub>m,z,d</sub> |        |  |                          | 0,53 < 1   |  |  |                                       |
| σ <sub>0,d</sub> / k <sub>orta</sub> f <sub>0,d</sub> + k <sub>m</sub> σ <sub>m,0,d</sub> / k <sub>ort</sub> f <sub>0,d</sub> + σ <sub>m,z,d</sub> / f <sub>m,z,d</sub> |        |  |                          | 0,53 < 1   |  |  |                                       |
| <b>Elementi pressoinflessi - asse z</b>   |        |  |                          | Verifica non necessaria                                |  |  |                                       |

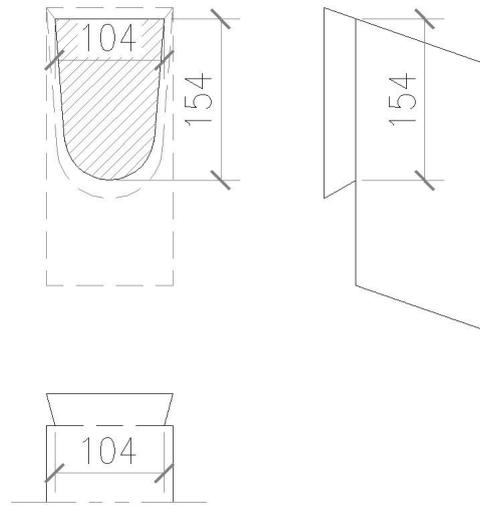


Sezione Travetto Verificata

## VERIFICA AL TAGLIO CONNESSIONE TRAVETTO/ORDITURA PRINCIPALE



Sezione trave diagonale



Sezione Travetto - Sup. reagente Taglio  $A = 134 \text{ cm}^2$

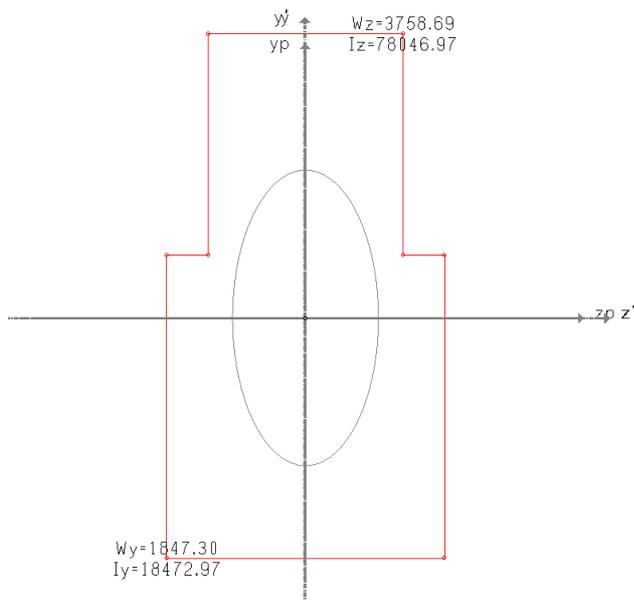
$$T_v < f_{vd} \quad (\text{NTC 4.4.8})$$

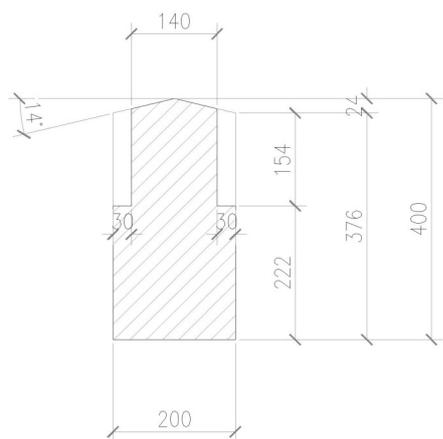
$$f_{vd} = 14.89 \text{ kG/cm}^2$$

$$T_v = 1.5 V_{ad} / 134 \text{ cm}^2 = 1.5 \times 470 / 134 = 5.26 \text{ kG/cm}^2 \quad T_v < f_{vd} \quad \text{VERIFICATO}$$

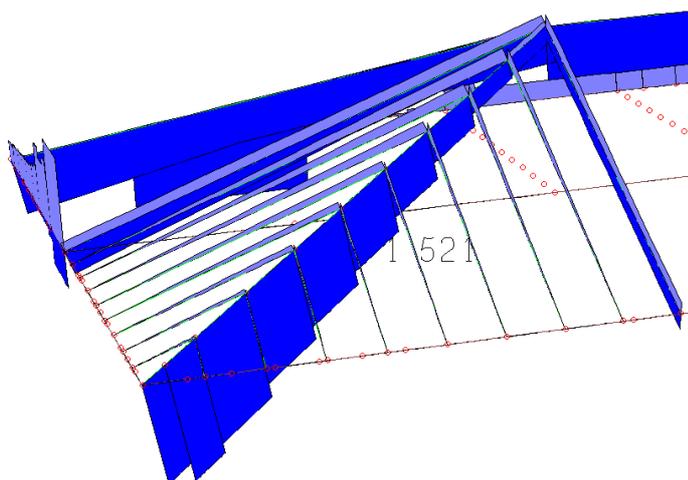
## VERIFICA DIAGONALE 20x40 cm

Caratteristiche geometriche della sezione netta reagente alle sollecitazioni





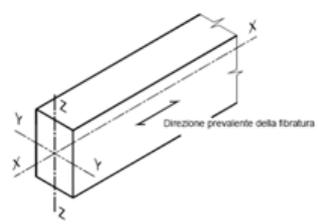
Sezione trave diagonale



Azione Assiale in corrispondenza del momento flettente massimo (condizione più sfavorevole)

Verifica sezione in legno - versione 1.1 β 2

| Definisci Sezione   |        |   |                |   |                                   |                                   |                                   |                                   |
|---|--------|---|----------------|---|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Classe di durata del carico   |        | Media durata<br>1 settimana - 6 mesi [sovr. Var - neve ad alta quota] |                |   |                                   |                                   |                                   |                                   |
| Classe di servizio  |        | 2   | 65% < UR < 85% |   | $k_{mod}$                         | 0,8                               |                                   |                                   |
| Tipologia   |        | Legno lamellare incollato   |                |   | $\gamma_m$                        | 1,45                              |                                   |                                   |
| Sezione   |        | H [cm]  | 37,6           | A [cm <sup>2</sup> ]                              | J <sub>y</sub> [cm <sup>4</sup> ] | J <sub>z</sub> [cm <sup>4</sup> ] | W <sub>y</sub> [cm <sup>3</sup> ] | W <sub>z</sub> [cm <sup>3</sup> ] |
| Rettangolare  |        | B [cm]  | 15,6           | 681   | 78047                             | 18473                             | 3760                              | 1847                              |
| Valori caratteristici del materiale   |        |   |                | GL 24h  |                                   |                                   |                                   |                                   |
| Proprietà di Resistenza [N/mm <sup>2</sup> ]  |        |   |                | Proprietà di modulo elastico [N/mm <sup>2</sup> ] |                                   |                                   |                                   |                                   |
| Flessione* $f_{m,h}$  |        |   |                | parallelo medio $E_{0,m}$                         |                                   |                                   |                                   | 11600                             |
| Trazione parallela* $f_{td,h}$  |        |   |                | parallelo caratteristico $E_{0,05}$               |                                   |                                   |                                   | 9400                              |
| Trazione perpendicolare $f_{tp0,h}$   |        |   |                | perpendicolare medio $E_{90,m}$                   |                                   |                                   |                                   | 390                               |
| Compressione parallela $f_{o,0,h}$  |        |   |                | tangenziale medio $G_m$                           |                                   |                                   |                                   | 720                               |
| Compressione perpendicolare $f_{o,90,h}$  |        |   |                | Massa volumica [kg/m <sup>3</sup> ]               |                                   |                                   |                                   |                                   |
| Taglio $f_{v,h}$  |        |   |                | caratteristica $\rho_h$                           |                                   |                                   |                                   | 380                               |
| Considero $k_h$ ?   |        | NO  | $k_{h,055,y}$  | 1,00  | $k_{h,055,z}$                     | 1,00                              | $k_{h,05z}$                       | 1,00                              |
| Il coefficiente $k_h$ incrementa i valori caratteristici di flessione e trazione parallela          |        |   |                |   |                                   |                                   |                                   |                                   |
| Stati limite ultimi   |        |   |                |   |                                   |                                   |                                   |                                   |
| Sollecitazioni [kN,kNm]   |        |   |                |   |                                   |                                   |                                   |                                   |
| $N_d$   |        | 15,21   | kN             |   |                                   |                                   |                                   |                                   |
| $T_{x,d}$   |        | 0,00  | kN             |   |                                   |                                   |                                   |                                   |
| $T_{y,d}$   |        | 26,89   | kN             |   |                                   |                                   |                                   |                                   |
| $M_{y,d}$   |        | 44,15   | kNm            |   |                                   |                                   |                                   |                                   |
| $M_{x,d}$   |        | 0,00  | kNm            |   |                                   |                                   |                                   |                                   |
| $M_{z,d}$   |        | 0,00  | kNm            |   |                                   |                                   |                                   |                                   |
| Verifiche di resistenza   |        |   |                |   |                                   |                                   |                                   |                                   |
| Trazione parallela alla fibratura   |        |   |                | Verifica non necessaria                           |                                   |                                   |                                   |                                   |
| Trazione perpendicolare alla fibratura  |        |   |                | Da sviluppare                                     |                                   |                                   |                                   |                                   |
| Compressione parallela alla fibratura   |        |   |                | La sezione è verificata                           |                                   |                                   |                                   |                                   |
| $\sigma_{o,d}$  | 0,22   | N/mm <sup>2</sup>   | <              | $f_{o,d}$   | 13,24                             | N/mm <sup>2</sup>                 |                                   |                                   |
| Compressione perpendicolare alla fibratura  |        |   |                | Da sviluppare                                     |                                   |                                   |                                   |                                   |
| Compressione inclinata rispetto alla fibratura  |        |   |                | Da sviluppare                                     |                                   |                                   |                                   |                                   |
| Flessione   |        |   |                | La sezione è verificata                           |                                   |                                   |                                   |                                   |
| $\sigma_{m,d}$  | 11,74  | N/mm <sup>2</sup>   |                | $\sigma_{m,z,d}$                                  | 0,00                              | N/mm <sup>2</sup>                 |                                   |                                   |
| $f_{m,d}$   | 13,24  | N/mm <sup>2</sup>   |                | $f_{m,z,d}$                                       | 13,24                             | N/mm <sup>2</sup>                 |                                   |                                   |
| $k_m$   | 1,00   |   |                |   |                                   |                                   |                                   |                                   |
| $\sigma_{m,d} / f_{m,d} + k_m \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d}$   |        |   |                | 0,89  | <                                 | 1                                 |                                   |                                   |
| $k_m \sigma_{m,d} / f_{m,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d}$   |        |   |                | 0,89  | <                                 | 1                                 |                                   |                                   |
| Tensoflessione  |        |   |                | Verifica non necessaria                           |                                   |                                   |                                   |                                   |
| Pressoflessione   |        |   |                | La sezione è verificata                           |                                   |                                   |                                   |                                   |
| $(\sigma_{o,d} / f_{o,d})^2 + \sigma_{m,d} / f_{m,d} + k_m \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d}$              |        |   |                | 0,89  | <                                 | 1                                 |                                   |                                   |
| $(\sigma_{o,d} / f_{o,d})^2 + k_m \sigma_{m,d} / f_{m,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d}$              |        |   |                | 0,89  | <                                 | 1                                 |                                   |                                   |
| Taglio  |        |   |                | La sezione è verificata                           |                                   |                                   |                                   |                                   |
| $\tau_d$  | 0,69   | N/mm <sup>2</sup>   | <              | $f_{v,d}$   | 1,49                              | N/mm <sup>2</sup>                 |                                   |                                   |
| Torsione  |        |   |                | Verifica non necessaria                           |                                   |                                   |                                   |                                   |
| $k_{sh}$  | 1,36   |   |                |   |                                   |                                   |                                   |                                   |
| $\tau_{br,d}$   | 0,00   | N/mm <sup>2</sup>   | <              | $k_{sh} f_{v,d}$                                  | 2,03                              | N/mm <sup>2</sup>                 |                                   |                                   |
| Taglio e Torsione   |        |   |                | Verifica non necessaria                           |                                   |                                   |                                   |                                   |
| Verifiche di stabilità  |        |   |                |   |                                   |                                   |                                   |                                   |
| Elementi inflessi - asse y  |        |   |                | La sezione è verificata                           |                                   |                                   |                                   |                                   |
| $l_{cr}$  | 787,00 | cm  |                |   |                                   |                                   |                                   |                                   |
| $\sigma_{m,cr}$   | 60,68  | N/mm <sup>2</sup>   |                | tensione critica di svergolamento                 |                                   |                                   |                                   |                                   |
| $\lambda_{rel}$   | 0,63   |   |                | snellezza relativa di svergolamento               |                                   |                                   |                                   |                                   |
| $k_{ort}$   | 1,00   |   |                | coefficiente di sbandamento laterale              |                                   |                                   |                                   |                                   |
| $\sigma_{m,d} / (k_{ort} f_{m,d}) + k_m \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d}$                                 |        |   |                | 0,89  | <                                 | 1                                 |                                   |                                   |
| $k_m \sigma_{m,d} / (k_{ort} f_{m,d}) + \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d}$                                 |        |   |                | 0,89  | <                                 | 1                                 |                                   |                                   |
| Elementi inflessi - asse z  |        |   |                | Verifica non necessaria                           |                                   |                                   |                                   |                                   |
| Elementi tensoinflessi - asse y   |        |   |                | Verifica non necessaria                           |                                   |                                   |                                   |                                   |
| Elementi tensoinflessi - asse z   |        |   |                | Verifica non necessaria                           |                                   |                                   |                                   |                                   |
| Elementi compressi  |        |   |                | La sezione è verificata                           |                                   |                                   |                                   |                                   |
| $l_0$   | 787,00 | cm  |                | lunghezza di libera inflessione                   |                                   |                                   |                                   |                                   |
| $i_y$   | 10,71  | cm  |                | raggio di inerzia y                               |                                   |                                   |                                   |                                   |
| $i_z$   | 5,21   | cm  |                | raggio di inerzia z                               |                                   |                                   |                                   |                                   |
| $\lambda_{rel,y}$   | 1,18   |   |                | snellezza relativa y                              |                                   |                                   |                                   |                                   |
| $\lambda_{rel,z}$   | 2,43   |   |                | snellezza relativa z                              |                                   |                                   |                                   |                                   |
| $k$   | 3,56   |   |                |   |                                   |                                   |                                   |                                   |
| $k_{orta}$  | 0,16   |   |                | coefficiente di sbandamento laterale              |                                   |                                   |                                   |                                   |
| $\sigma_{o,d} / (k_{orta} f_{o,d})$   |        |   |                | 0,10  | <                                 | 1                                 |                                   |                                   |
| Elementi pressoinflessi - asse y  |        |   |                | La sezione è verificata                           |                                   |                                   |                                   |                                   |
| $\sigma_{o,d} / k_{orta} f_{o,d} + \sigma_{m,d} / k_{ort} f_{m,d} + k_m \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d}$ |        |   |                | 0,99  | <                                 | 1                                 |                                   |                                   |
| $\sigma_{o,d} / k_{orta} f_{o,d} + k_m \sigma_{m,d} / k_{ort} f_{m,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d}$ |        |   |                | 0,99  | <                                 | 1                                 |                                   |                                   |
| Elementi pressoinflessi - asse z  |        |   |                | Verifica non necessaria                           |                                   |                                   |                                   |                                   |



Sezione Trave Diagonale Verificata

# VERIFICA COLMO 20X44 cm

Verifica sezione in legno - versione 1.1 β 2

| Definisci Sezione   |                          |   |   |   |   |  |
|---|--------------------------|---|---|---|---|--|
| Classe di durata del carico   |                          | Media durata<br>1 settimana - 6 mesi [sovr. Var - neve ad alta quota] |   |   |   |  |
| Classe di servizio  |                          | 2   | 65% < UR < 85%                                    | k <sub>mod</sub>                        | 0,8                                     |  |
| Tipologia   |                          | Legno lamellare incollato   |   |   | γ <sub>m</sub>                          | 1,45   |
| Sezione Rettangolare  |                          | H [cm] 44,0<br>B [cm] 14,0  | A [cm <sup>2</sup> ] 616                          | J <sub>y</sub> [cm <sup>4</sup> ] 99381 | J <sub>z</sub> [cm <sup>4</sup> ] 10061 | W <sub>y</sub> [cm <sup>3</sup> ] 4517<br>W <sub>z</sub> [cm <sup>3</sup> ] 1437 |
| Valori caratteristici del materiale   |                          |   |   | GL24h                                   |   |  |
| Proprietà di Resistenza [N/mm <sup>2</sup> ]  |                          |   | Proprietà di modulo elastico [N/mm <sup>2</sup> ] |   |   |  |
| Flessione* f <sub>m,k</sub> 24,00   |                          |   | parallelo medio E <sub>0,m</sub> 11600            |   |   |  |
| Trazione parallela* f <sub>t,0,k</sub> 16,50  |                          |   | parallelo caratteristico E <sub>0,05</sub> 9400   |   |   |  |
| Trazione perpendicolare f <sub>t,90,k</sub> 0,40  |                          |   | perpendicolare medio E <sub>90,m</sub> 390        |   |   |  |
| Compressione parallela f <sub>c,0,k</sub> 24,00   |                          |   | tangenziale medio G <sub>m</sub> 720              |   |   |  |
| Compressione perpendicolare f <sub>c,90,k</sub> 2,70  |                          |   | Massa volumica [kg/m <sup>3</sup> ]               |   |   |  |
| Taglio f <sub>v,k</sub> 2,70  |                          |   | caratteristica ρ <sub>k</sub> 380                 |   |   |  |
| Considero k <sub>h</sub> ? NO   |                          | k <sub>h,ress,y</sub> 1,00  | k <sub>h,ress,z</sub> 1,00                        | k <sub>h,arz</sub> 1,00                 |   |  |
| * il coefficiente k <sub>h</sub> incrementa i valori caratteristici di flessione e trazione parallela   |                          |   |   |   |   |  |
| Stati limite ultimi   |                          |   |   |   |   |  |
| Sollecitazioni [kN, kNm]  |                          |   |   |   |   |  |
| N <sub>d</sub>  | 12,80 kN                 |   |   |   |   |  |
| T <sub>z,d</sub>  | 0,00 kN                  |   |   |   |   |  |
| T <sub>y,d</sub>  | 18,24 kN                 |   |   |   |   |  |
| M <sub>y,d</sub>  | 10,94 kNm                |   |   |   |   |  |
| M <sub>z,d</sub>  | 0,00 kNm                 |   |   |   |   |  |
| M <sub>t,d</sub>  | 0,00 kNm                 |   |   |   |   |  |
| Verifiche di resistenza   |                          |   |   |   |   |  |
| Trazione parallela alla fibratura   |                          |   | Verifica non necessaria                           |   |   |  |
| Trazione perpendicolare alla fibratura  |                          |   | Da sviluppare                                     |   |   |  |
| Compressione parallela alla fibratura   |                          |   | La sezione è verificata                           |   |   |  |
| σ <sub>0,0,d</sub>  | 0,21 N/mm <sup>2</sup>   | <   | f <sub>0,0,d</sub>                                | 13,24 N/mm <sup>2</sup>                 |   |  |
| Compressione perpendicolare alla fibratura  |                          |   | Da sviluppare                                     |   |   |  |
| Compressione inclinata rispetto alla fibratura  |                          |   | Da sviluppare                                     |   |   |  |
| Flessione   |                          |   | La sezione è verificata                           |   |   |  |
| σ <sub>m,z,d</sub>  | 2,42 N/mm <sup>2</sup>   |   | σ <sub>m,z,d</sub>                                | 0,00 N/mm <sup>2</sup>                  |   |  |
| f <sub>m,z,d</sub>  | 13,24 N/mm <sup>2</sup>  |   | f <sub>m,z,d</sub>                                | 13,24 N/mm <sup>2</sup>                 |   |  |
| k <sub>m</sub>  | 1,00                     |   |   |   |   |  |
| σ <sub>m,z,d</sub> / f <sub>m,z,d</sub> + k <sub>m</sub> σ <sub>m,z,d</sub> / f <sub>m,z,d</sub>  |                          |   | 0,18  | <                                       | 1                                       |  |
| k <sub>m</sub> σ <sub>m,z,d</sub> / f <sub>m,z,d</sub> + σ <sub>m,z,d</sub> / f <sub>m,z,d</sub>  |                          |   | 0,18  | <                                       | 1                                       |  |
| Tensoflessione  |                          |   | Verifica non necessaria                           |   |   |  |
| Pressoflessione   |                          |   | La sezione è verificata                           |   |   |  |
| (σ <sub>0,0,d</sub> / f <sub>0,0,d</sub> ) <sup>2</sup> + σ <sub>m,z,d</sub> / f <sub>m,z,d</sub> + k <sub>m</sub> σ <sub>m,z,d</sub> / f <sub>m,z,d</sub>                    |                          |   | 0,18  | <                                       | 1                                       |  |
| (σ <sub>0,0,d</sub> / f <sub>0,0,d</sub> ) <sup>2</sup> + k <sub>m</sub> σ <sub>m,z,d</sub> / f <sub>m,z,d</sub> + σ <sub>m,z,d</sub> / f <sub>m,z,d</sub>                    |                          |   | 0,18  | <                                       | 1                                       |  |
| Taglio  |                          |   | La sezione è verificata                           |   |   |  |
| τ <sub>d</sub>  | 0,44 N/mm <sup>2</sup>   | <   | f <sub>v,d</sub>                                  | 1,49 N/mm <sup>2</sup>                  |   |  |
| Torsione  |                          |   | Verifica non necessaria                           |   |   |  |
| k <sub>st</sub>   | 1,47                     |   |   |   |   |  |
| τ <sub>br,d</sub>   | 0,00 N/mm <sup>2</sup>   | <   | k <sub>st</sub> f <sub>v,d</sub>                  | 2,19 N/mm <sup>2</sup>                  |   |  |
| Taglio e Torsione   |                          |   | Verifica non necessaria                           |   |   |  |
| Verifiche di stabilità  |                          |   |   |   |   |  |
| Elementi inflessi - asse y  |                          |   | La sezione è verificata                           |   |   |  |
| l <sub>cr</sub>   | 240,00 cm                |   |   |   |   |  |
| σ <sub>m,ort</sub>  | 136,55 N/mm <sup>2</sup> |   | tensione critica di svergolamento                 |   |   |  |
| λ <sub>rel</sub>  | 0,42                     |   | snellezza relativa di svergolamento               |   |   |  |
| k <sub>ort</sub>  | 1,00                     |   | coefficiente di sbandamento laterale              |   |   |  |
| σ <sub>m,ort</sub> / (k <sub>ort</sub> f <sub>m,ort</sub> ) + k <sub>m</sub> σ <sub>m,z,d</sub> / f <sub>m,z,d</sub>  |                          |   | 0,18  | <                                       | 1                                       |  |
| k <sub>m</sub> σ <sub>m,ort</sub> / (k <sub>ort</sub> f <sub>m,ort</sub> ) + σ <sub>m,z,d</sub> / f <sub>m,z,d</sub>  |                          |   | 0,18  | <                                       | 1                                       |  |
| Elementi inflessi - asse z  |                          |   | Verifica non necessaria                           |   |   |  |
| Elementi tensoinflessi - asse y   |                          |   | Verifica non necessaria                           |   |   |  |
| Elementi tensoinflessi - asse z   |                          |   | Verifica non necessaria                           |   |   |  |
| Elementi compressi  |                          |   | La sezione è verificata                           |   |   |  |
| l <sub>0</sub>  | 240,00 cm                |   | lunghezza di libera inflessione                   |   |   |  |
| i <sub>y</sub>  | 12,70 cm                 |   | raggio di inerzia y                               |   |   |  |
| i <sub>z</sub>  | 4,04 cm                  |   | raggio di inerzia z                               |   |   |  |
| λ <sub>rel,y</sub>  | 0,30                     |   | snellezza relativa y                              |   |   |  |
| λ <sub>rel,z</sub>  | 0,96                     |   | snellezza relativa z                              |   |   |  |
| k   | 0,99                     |   |   |   |   |  |
| k <sub>orto</sub>   | 0,80                     |   | coefficiente di sbandamento laterale              |   |   |  |
| σ <sub>0,0,d</sub> / (k <sub>orto</sub> f <sub>0,0,d</sub> )  |                          |   | 0,02  | <                                       | 1                                       |  |
| Elementi pressoinflessi - asse y  |                          |   | La sezione è verificata                           |   |   |  |
| σ <sub>0,0,d</sub> / k <sub>orto</sub> f <sub>0,0,d</sub> + σ <sub>m,z,d</sub> / k <sub>ort</sub> f <sub>m,z,d</sub> + k <sub>m</sub> σ <sub>m,z,d</sub> / f <sub>m,z,d</sub> |                          |   | 0,20  | <                                       | 1                                       |  |
| σ <sub>0,0,d</sub> / k <sub>orto</sub> f <sub>0,0,d</sub> + k <sub>m</sub> σ <sub>m,z,d</sub> / k <sub>ort</sub> f <sub>m,z,d</sub> + σ <sub>m,z,d</sub> / f <sub>m,z,d</sub> |                          |   | 0,20  | <                                       | 1                                       |  |
| Elementi pressoinflessi - asse z  |                          |   | Verifica non necessaria                           |   |   |  |

Sezione Trave di Colmo Verificata

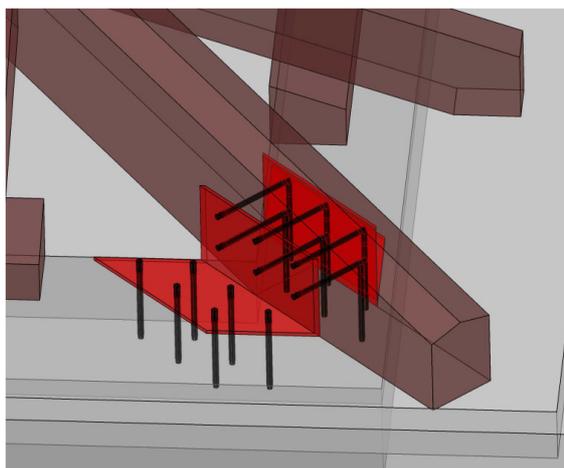
## PRESCRIZIONI SULLA REALIZZAZIONE DELLE GIUNZIONI

Per la giunzione travetto – trave viene utilizzato l'innesto a coda di rondine la quale dovrà essere realizzata come da dettaglio n.3 riportato sulla tavola 2.

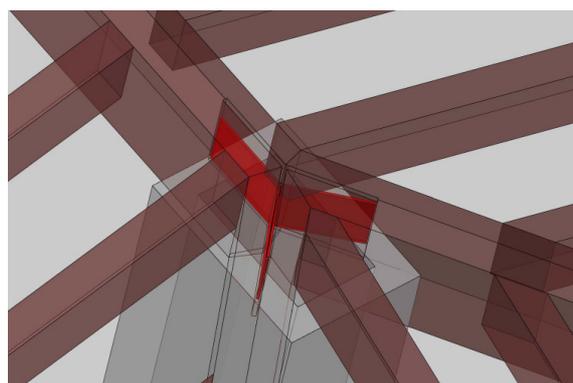
La sezione della stessa, anche se di forma diversa, dovrà avere altezza minima di 154mm e larghezza 104mm.

Il collegamento verrà integrato con l'inserimento di una vite autofilettante, tipo torx a filetto intero, di diametro 10mm e lunghezza 300mm.

Al fine di soddisfare i requisiti della normativa sismica dovrà essere garantito il collegamento delle travi diagonali alla struttura esistente in c.a. ed il collegamento tra le travi diagonali stesse ed il colmo.



Per il collegamento trave diagonale struttura sono previste due piastre a “L” ancorate alla struttura esistente mediante 6 barre M16 e resina epossidica e alla trave in legno mediante 6 barre M16 passanti e imbullonate agli estremi (ved. dettaglio n.4 in tavola 2)



Per il collegamento travi diagonali – colmo si è prevista una fresatura verticale nei tre elementi da collegare nei quali verrà posizionata una piastra in acciaio di forma opportuna incollata sempre tramite resina epossidica (ved. dettaglio n.5 in tavola 2)

Per il fissaggio dei travetti alla struttura esistente si è prevista una banchina in legno sagomata e fissata alla struttura esistente, con interasse specificato sulla tavola 1, tramite barre filettate M16 e resina epossidica (ved. dettaglio n.1 – tavola 2).

Sulla stessa verranno poi avvitati i travetti utilizzando viti autofilettanti, tipo torx a filetto parziale, di diametro 10mm e lunghezza 380mm (ved. dettaglio n. 2 – tavola 2).

Con Osservanza

Il progettista

Varese, 06 marzo 2019