

**PROGETTO:** AMPLIAMENTO DEL PARCO PUBBLICO DI VIA REGINA  
VIA REGINA 70, BRIENNO

**OGGETTO:** INTERVENTI STRUTTURE

## RELAZIONE GEOTECNICA E SISMICA DELLE STRUTTURE

<b>1</b>	<b>PREMessa</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>ELABORATI DI RIFERIMENTO</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>MATERIALI</b>	<b>5</b>
4.1	CALCESTRUZZO	5
4.2	ACCIAIO	5
4.3	LEGNO	5
4.4	PIETRA	5
<b>5</b>	<b>ANALISI DEI CARICHI</b>	<b>6</b>
5.1	PESI PROPRI STRUTTURALI	6
5.2	PESI PROPRI NON STRUTTURALI	6
5.3	SOVRACCARICHI DI ESERCIZIO	6
5.4	AZIONE DEL VENTO	7
5.5	AZIONE DELLA NEVE	10
5.6	AZIONE SISMICA	11
<b>6</b>	<b>VERIFICHE</b>	<b>16</b>
6.1	MODELLO AD ELEMENTI FINITI DELLA STRUTTURA IN LEGNO	16
6.2	TRADE SECONDARIA 150X150	24
6.3	TRADE PRINCIPALE 150X300	30
6.4	PILASTRO 150X150	36
6.5	MURO IN C.A.	41
6.7	PLATEA IN C.A.	42
6.9	PRESSIONI SUL TERRENO	44
6.10	MURO ESISTENTE IN PIETRA	45

### Il calcolatore della struttura in oggetto:

Ing. Andrea Castiglioni  
via bazzini n. 24 – 20131 Milano  
Ordine Ingegneri Milano n. 18086

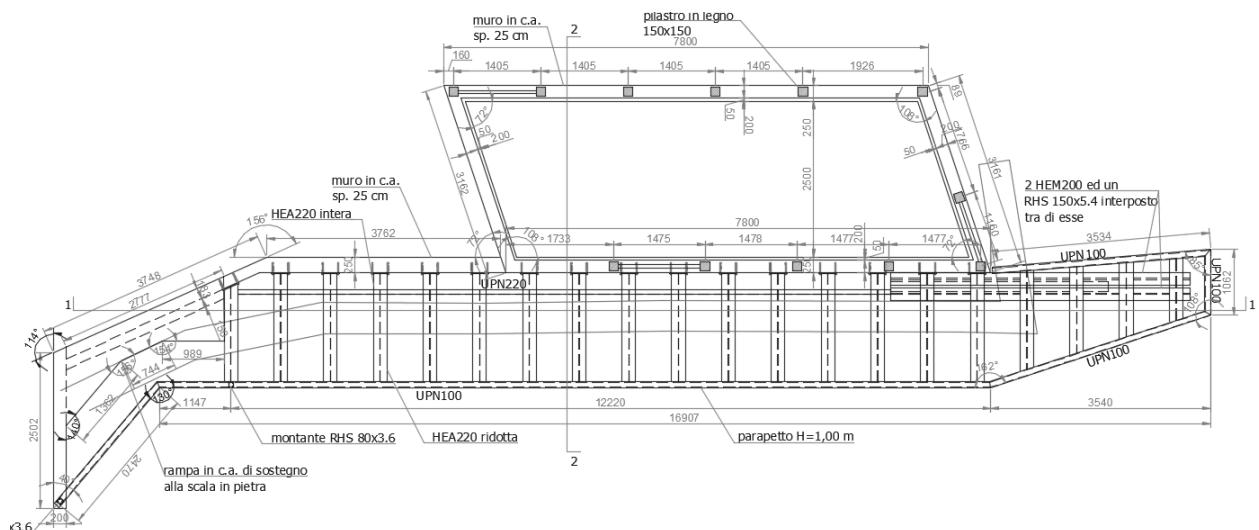
Rev00: emissione



## 1 PREMESSA

Le strutture, visibili nella pianta sottostante, consistono in:

- una struttura in c.a. di fondazione per il locale di nuova realizzazione, composta da quattro pozzetti di dimensioni medie  $0,80 \times 0,80 \times 0,80$  m<sup>3</sup> a ridosso del muro esistente, una platea di dimensioni  $7,80 \times 3,20$  m<sup>2</sup> e spessore 20 cm, un muro in c.a. di spessore 25 cm ed altezza 65 cm di contorno alla platea ed alla struttura in acciaio;
- una struttura in acciaio composta da profili del tipo HEM200, HEA220, UPN220, RHS 150x5.4, poggiate e fissate alla struttura in c.a. di cui al punto precedente;
- un parapetto in acciaio costituito da montanti tondi  $\phi 14$  e quadrati di lato 10 mm alternati di contorno alla struttura di acciaio ed alla scala di cui sotto;
- una struttura monopiano in legno massiccio composta da montanti 150x150 e travi 150x150 e 150x300, di dimensioni in pianta  $7,80 \times 3,20$  m<sup>2</sup> ed altezza variabile tra 2,50 m e 2,80 m;
- una rampa in c.a. di sostegno alla scala in pietra di spessore 20 cm e lunghezza 3,10 m.



## 2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

### Normativa nazionale

#### **D.M. 17 gennaio 2018**

Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni.

#### **Circolare n. 7 C.S.LL.PP – 21 gennaio 2019**

Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni».

#### **Legge 2 febbraio 1974, n. 64**

Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

#### **Legge 5 novembre 1971, n. 1086**

Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.

### Normativa regionale

#### **D.G.R. 30 marzo 2016, n. X/5001**

Approvazione delle linee di indirizzo e coordinamento per l'esercizio delle funzioni trasferite ai comuni in materia sismica.

#### **L.R. 12 ottobre 2015, n. 33**

Disposizioni in materia di opere o di costruzioni e relativa vigilanza in zone sismiche.

### Norme UNI

#### **UNI EN 1993-1-1:2014**

Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture di acciaio – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.

#### **UNI EN 1996-1-1:2013**

Eurocodice 6 – Progettazione delle strutture in muratura – Parte 1-1: Regole generali per le strutture di muratura armata e non armata

### Istruzioni C.N.R.

#### **C.N.R. DT 206-R1 / 2018**

Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione ed il controllo delle strutture di legno

#### **C.N.R. DT 207-R1 / 2018**

Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni

### **3 ELABORATI DI RIFERIMENTO**

Disegni di layout strutture:

ST00\_Specifiche dei materiali

ST01\_Pianta fondazioni

ST02\_Vista piano calpestio

ST03\_Sezioni trasversali

ST04\_Sezione longitudinale

ST05\_Tipici e dettagli

## 4 MATERIALI

### 4.1 CALCESTRUZZO

Per la realizzazione dei solai a piano terra e a piano secondo si prevede l'uso dei calcestruzzi indicati di seguito.

#### CALCESTRUZZO FONDAZIONI

Si prescrive un calcestruzzo con le seguenti caratteristiche:

Classe di resistenza C32/40

Classe di consistenza S4

Classe di esposizione ambientale XC2

Diametro massimo degli aggregati 25 mm

Le caratteristiche meccaniche di progetto sono:

$R_{ck} = 40 \text{ N/mm}^2$

$f_{ck} = 33,2 \text{ N/mm}^2$

$f_{cd} = 18,81 \text{ N/mm}^2$

$E_{cm} = 33\,643 \text{ N/mm}^2$

### 4.2 ACCIAIO

#### ACCIAIO DA CARPENTERIA METALLICA

Si prescrive l'uso di acciaio di classe S275 con le seguenti caratteristiche:

$f_{yk} = 275 \text{ N/mm}^2$

$f_{yd} = 261,9 \text{ N/mm}^2$

$E = 210\,000 \text{ N/mm}^2$

#### ACCIAIO DA CALCESTRUZZO ARMATO

Si prescrive acciaio tipo B450C per barre e B450A per reti elettrosaldate.

Le caratteristiche meccaniche di progetto sono:

$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$

$f_{yd} = 391 \text{ N/mm}^2$

$E_s = 210\,000 \text{ N/mm}^2$

### 4.3 LEGNO

Per il legno esistente dei solai a piano secondo si assume una classe di resistenza C24. I parametri meccanici risultano:

$f_{m,k} = 24,0 \text{ N/mm}^2$  (resistenza caratteristica a flessione)

$f_{m,d} = 10,7 \text{ N/mm}^2$  (resistenza di progetto a flessione)

$f_{v,k} = 4,0 \text{ N/mm}^2$  (resistenza caratteristica a taglio)

$f_{v,d} = 1,8 \text{ N/mm}^2$  (resistenza di progetto a taglio)

$E_{m,0,mean} = 11\,000 \text{ N/mm}^2$  (modulo elastico medio longitudinale)

$E_{0,05} = 7\,400 \text{ N/mm}^2$  (modulo elastico caratteristico longitudinale)

$G_{mean} = 690 \text{ N/mm}^2$  (modulo elastico medio tangenziale)

$G_{0,05} = 464 \text{ N/mm}^2$  (modulo elastico caratteristico tangenziale)

$\rho_{mean} = 420 \text{ kg/m}^3$  (densità media)

$\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$  (densità caratteristica)

### 4.4 PIETRA

Per la scala in pietra si prevede l'uso di una pietra con resistenza a flessione pari a  $7,0 \text{ N/mm}^2$ .

## 5 ANALISI DEI CARICHI

### 5.1 PESI PROPRI STRUTTURALI

Si adottano i seguenti pesi specifici per i materiali strutturali:

$$\gamma_{cls} = 25 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_{acciaio} = 78,5 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_{legno} = 6,0 \text{ kN/m}^3$$

### 5.2 PESI PROPRI NON STRUTTURALI

Sulla struttura di acciaio è previsto un pavimento in legno. Ai fini dei calcoli statici si assume il seguente peso proprio:

Strato	Peso specifico [kN/m <sup>3</sup> ]	Spessore [cm]	Peso unitario [kN/m <sup>2</sup> ]
Pavimento in legno	6	6,5	0,39
<b>Totalle</b>			<b>0,39</b>

Sulla copertura dell'edificio in legno è prevista la seguente stratigrafia:

Strato	Peso specifico [kN/m <sup>3</sup> ]	Spessore [cm]	Peso unitario [kN/m <sup>2</sup> ]
Doppia lastra cartongesso per esterni	13	2,5	0,33
Lana di roccia	1,50	15	0,23
Doppia lastra cartongesso per esterni	13	2,5	0,33
<b>Totalle</b>			<b>0,89</b>

### 5.3 SOVRACCARICHI DI ESERCIZIO

Il sovraccarico agente sulla struttura di acciaio e a pavimento del locale in legno è assunto pari a 4,00 kN/m<sup>2</sup> (ambiente suscettibile di affollamento).

Il sovraccarico agente sulla copertura della struttura in legno è assunto pari a 0,50 kN/m<sup>2</sup> (copertura accessibile per sola manutenzione).

Si adottano i seguenti coefficienti di combinazione, come prescritto dal §2.5.2 delle NTC2018:

	$\Psi_0$	$\Psi_1$	$\Psi_2$
D – ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
H - coperture	0,0	0,0	0,0

#### 5.4 AZIONE DEL VENTO

La spinta del vento è calcolata come indicato al §3.3 delle NTC2018 e nell'appendice G del DT 207-R1/2018 del C.N.R.. Si riportano di seguito i calcoli:

INPUT	
Scenario di progetto	
Fase definitiva ( $T_r$ , 50 anni)	(●)
Fase definitiva ( $T_r$ 100 anni)	( )
Fase di costruzione o transitoria con durata prevista $\leq 3$ mesi	( )
Fase di costruzione o transitoria con durata prevista $> 3$ mesi e $\leq 1$ anno	( )
Geografia	
Comune	Brieno
Distanza dalla costa	164 km
Altitudine s.l.m.	538 m
Classe di rugosità	
A	( )
B	( )
C	( )
D	(●)
Caratteristiche struttura	
$z$	3.00 m
Lato 1 in pianta	7.70 m
Lato 2 in pianta	3.35 m
$\alpha$	0°
$\phi_{\text{dir.perpendicolare}}$	1.00
$\phi_{\text{dir.parallelta}}$	0.00
OUTPUT	
Regione	Lombardia
Provincia	Como
$T_R$	50 anni
Zona (Tab. 3.3.I.)	1
$V_{b,0}$	25 m/s
$a_0$	1000 m
$k_s$	0.40
$c_a$	1
$V_b$	25 m/s
$c_r$	1.00
$V_r$	25 m/s
$q_r$	0.39 kN/m <sup>2</sup>
Categoria esposiz.	III
$k_r$	0.20
$z_0$	0.10 m
$z_{\min}$	5.00 m
$c_e$	1.71
<b>p</b>	<b>0.67 kN/m<sup>2</sup></b>

<b>Coefficienti di pressione</b>	
<u>Vento in direzione <math>\pm X</math></u>	
<i>Pareti verticali</i>	
b	3.35 m
d	7.70 m
h/d	0.39
	Sopravento
$c_{pe}$	0.74
	Laterali
$c_{pe}$	-0.81
	Sottovento
$c_{pe}$	-0.38
<i>Copertura</i>	
Fascia sopravento di profondità 1.68 m	
$c_{pe,A}$	-0.80
	Restante parte di profondità 6.03 m
$c_{pe,B+}$	0.20
$c_{pe,B-}$	-0.20
<i>Pressione interna</i>	
$c_{pi+}$	0.67
$c_{pi-}$	-0.73
<u>Vento in direzione <math>\pm Y</math></u>	
<i>Pareti verticali</i>	
b	7.70 m
d	3.35 m
h/d	0.90
	Sopravento
$c_{pe}$	0.79
	Laterali
$c_{pe}$	-1.22
	Sottovento
$c_{pe}$	-0.48
<i>Copertura</i>	
Fascia sopravento di profondità 1.68 m	
$c_{pe,A}$	-0.80
	-Restante parte di profondità 1.68 m
$c_{pe,B+}$	0.20
$c_{pe,B-}$	-0.20
<i>Pressione interna</i>	
$c_{pi+}$	0.71
$c_{pi-}$	-1.09

Spinte - pressione interna positiva		
	Vento in dir. $\pm X$	Vento in dir. $\pm Y$
Parete sopravento	0.36 kN/m <sup>2</sup>	0.05 kN/m <sup>2</sup>
Parete laterale	-0.66 kN/m <sup>2</sup>	-1.28 kN/m <sup>2</sup>
Parete sottovento	-0.38 kN/m <sup>2</sup>	-0.79 kN/m <sup>2</sup>
Copertura - fascia sopravento	-0.98 kN/m <sup>2</sup>	-1.01 kN/m <sup>2</sup>
Copertura - fascia sottovento	-0.31 kN/m <sup>2</sup>	-0.34 kN/m <sup>2</sup>
	-0.58 kN/m <sup>2</sup>	-0.61 kN/m <sup>2</sup>

Spinte - pressione interna negativa		
	Vento in dir. $\pm X$	Vento in dir. $\pm Y$
Parete sopravento	0.97 kN/m <sup>2</sup>	1.25 kN/m <sup>2</sup>
Parete laterale	-0.04 kN/m <sup>2</sup>	-0.08 kN/m <sup>2</sup>
Parete sottovento	0.23 kN/m <sup>2</sup>	0.40 kN/m <sup>2</sup>
Copertura - fascia sopravento	-0.05 kN/m <sup>2</sup>	0.19 kN/m <sup>2</sup>
Copertura - fascia sottovento	0.61 kN/m <sup>2</sup>	0.86 kN/m <sup>2</sup>
	0.35 kN/m <sup>2</sup>	0.59 kN/m <sup>2</sup>

## 5.5 AZIONE DELLA NEVE

Il carico da neve è calcolato come indicato al §3.4 delle NTC2018. Si riportano di seguito i calcoli:

INPUT	
Scenario di progetto	
Fase definitiva ( $T_r$ 50 anni)	( <input checked="" type="radio"/> )
Fase definitiva ( $T_r$ 100 anni)	( <input type="radio"/> )
Fase di costruzione o transitoria con durata prevista $\leq$ 3 mesi	( <input type="radio"/> )
Fase di costruzione o transitoria con durata prevista $>$ 3 mesi e $\leq$ 1 anno	( <input type="radio"/> )
Comune	
Brieno	
Altitudine	
$a_s$	538 m
Esposizione	
Battuta dai venti	( <input checked="" type="radio"/> )
Normale	( <input type="radio"/> )
Riparata	( <input type="radio"/> )
Caratteristiche copertura	
Inclinazione	
$\alpha$	0°
Parapetto / ostruzione in gronda	
Presente	( <input type="radio"/> )
Assente	( <input checked="" type="radio"/> )
Coefficiente termico	
$C_t$	1
OUTPUT	
Carico della neve sulla copertura	
Provincia	Como
Zona (§3.4)	I - Alpina
$q_{sk}$	2.15 kN/m <sup>2</sup>
$n$	50 anni
$P_n$	0.02
$v$	0.6
$q_{sn}$	2.15 kN/m <sup>2</sup>
$\mu$	0.8
$C_E$	0.9
$q_s$	1.55 kN/m <sup>2</sup>

## 5.6 AZIONE SISMICA

L'azione sismica è stata applicata alla struttura tramite il software di calcolo ad elementi finiti ModeSt. A seguire si indicano l'origine e le caratteristiche dei codici utilizzati riportando titolo, produttore e distributore, versione es estremi della licenza d'uso:

Titolo: Modest  
 Versione: 8.26  
 Autore-Distributore: Tecnisoft S.a.s. – via F.Ferrucci, 203/C – 59100 Prato  
 Estremi licenza d'uso: Ing. Castiglioni Andrea, via Teodosio 17 – 20131 Milano

Titolo: XFInest  
 Versione: 2019  
 Autore-Distributore: Ce.A.S. s.r.l. viale Giustiniano, 10 – 20129 Milano  
 Estremi licenza d'uso: Ing. Castiglioni Andrea, via Teodosio 17 – 20131 Milano

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità e soprattutto l'idoneità al caso specifico. La documentazione, fornita dal produttore e distributore del software, contiene una esaurente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, l'individuazione dei campi d'impiego, nonché casi prova interamente risolti e commentati, correddati dei file di input necessari a riprodurre l'elaborazione:

Le società produttrici Tecnisoft s.a.s. e Ce.A.S. hanno verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

L'edificio, costituito dal chiosco e dalla passerella che ne consente l'accesso, è ordinario ed inquadrato nella classe d'uso II del §2.4.2 delle NTC2018, per cui la vita di riferimento al fine del calcolo dell'azione sismica è pari a  $V_R = V_N \times C_u = 50 \text{ anni} \times 1 = 50 \text{ anni}$ .

Ai fini della definizione dei sovraccarichi di esercizio e dei rispettivi coefficienti di combinazione, facendo riferimento alla tabella 3.1.II delle NTC2018, il locale del chiosco in legno rientra nella categoria C1 "aree con tavoli, quali scuole, caffè, ristoranti, sale per banchetti, lettura e ricevimento", mentre la passerella accanto ad esso rientra nella categoria C – "scale comuni, balconi e ballatoi"; la copertura del chiosco è in categoria H – "coperture accessibili per sola manutenzione e riparazione".

L'edificio è stato considerato in classe di duttilità "B", regolare in pianta e regolare in altezza. Ai fini del calcolo del fattore di struttura si assume la struttura come "Struttura reticolare con collegamenti a mezzo di chiodi, viti, bulloni e spinotti", come indicato nella tabella 7.3.II delle NTC2018.

Si assume come categoria del terreno la C di cui alla tabella 3.2.II delle NTC2018, ovvero "deposito di terreno a grana grossa mediamente addensato o terreno a grana fina mediamente consistente"; la categoria topografica considerata è la T2, di cui alla tabella 3.2.III delle NTC2018, ovvero "Pendii con inclinazione media  $i > 15^\circ$ ".

I parametri base della vulnerabilità sismica del sito sono stati desunti automaticamente dal software tramite le coordinate geografiche del sito, ovvero latitudine 45.91349 e longitudine 9.13183.

L'analisi dei modi di vibrare è stata eseguita con il metodo degli autovalori.

Si riportano di seguito le impostazioni del software con il quale si è fatto il modello agli elementi finiti:

**Calcolo struttura con metodo FEM**

Opzioni Salva Carica Esporta Importa

Generali | Dati struttura | Dati di piano | **Dati di calcolo** | Ambienti | Combinazioni | Opzioni pushover |

**Normativa**

- Tensioni ammissibili D.M. 92
- Stati limite D.M. 96
- Stati limite D.M. 18

**Tipo di calcolo**

- Statico
- Solo modi di vibrare
- Sismica statica
- Sismica dinamica
- Sismica statica non lineare (pushover a fibre)

**Generazione combinazioni**

- Lineari
- Non lineari
- Valuta spostamenti e non sollecitazioni

Numero step intermedi:

Salva risultati intermedi

Buckling

Numero forme di buckling:

**Vincoli esterni**

- Considera sempre vincoli assegnati in modellazione
- Considera incastrate fondazioni per analisi sismiche

**Piani rigidi**

- Nessun impalcato rigido
- Metodo Master-Slave
- Metodo Master-Slave solo per forze sismiche
- Controventatura solai
- Controventatura solai solo per forze sismiche
- Avanzate

Selezione solai controventati:

Selezione solai controventati solo per forze sismiche:

**Recupero masse secondarie**

- Trasferire le masse
  - All'impalcato più vicino in assoluto
  - Anche sui nodi degli impalcati non rigidi
  - Modificare coordinate baricentro impalcati rigidi
  - XY
  - XYZ
- Mantenere masse e forze relative sul nodo
- Annullare masse e forze relative

**Individuazione perimetri impalcato**

- Dagli elementi appartenenti all'impalcato
- Dagli elementi giacenti sull'impalcato
- Dai solai appartenenti all'impalcato

**Ripristina valori predefiniti** **OK** **Annulla**

**Calcolo struttura con metodo FEM**

Opzioni Salva Carica Esporta Importa

Generali Dati struttura Dati di piano Dati di calcolo Ambienti Combinazioni Opzioni pushover

Edificio esistente

Spettri

Sito di costruzione: LON. 9.13183 LAT. 45.91349

Contenuto tra ID reticolto: 10262 10263 10040 10041

Tipo di opera Opera ordinaria

Vita nominale  $V_N$  50

Classe d'uso

<input type="checkbox"/> SLO-Pvr		Ag		Fo		Classe II
<input checked="" type="checkbox"/> SLD-Pvr	63	Ag	0.196314	Fo	2.58631	Tc*
<input checked="" type="checkbox"/> SLV-Pvr	10	Ag	0.404865	Fo	2.64929	Tc* 0.28
<input type="checkbox"/> SLC-Pvr		Ag		Fo		Tc*

Struttura dissipativa

Quota di riferimento

Quota max della struttura

Numero piani edificio

Coefficiente  $\theta$

<input checked="" type="checkbox"/> Edificio regolare in altezza		<m> 0
<input checked="" type="checkbox"/> Edificio regolare in pianta		<m> 2.88
<input type="checkbox"/> Genera stati limite per verifiche di resistenza al fuoco		0
<input type="checkbox"/> Genera le combinazioni corrispondenti allo stato attuale		0

Ripristina valori predefiniti

OK Annulla

**Calcolo struttura con metodo FEM**

Opzioni Salva Carica Esporta Importa

Dati di piano | Dati di calcolo | Ambienti | Combinazioni | Opzioni pushover

Categoria del suolo di fondazione: C

Categoria topografica: T2 - Pendii... Coeff. amplificazione topografica  $S_T$ : 1.2

Tipologia diversa nelle due direzioni sismiche

Tipologia strutturale: legno a strutture re... | Direzione X: | Direzione Y:

Valuta  $T_1$  in modo automatico

Periodo  $T_1$ :

Coeff. $\lambda$ : SLV	1	1
Rapporto di sovraresistenza ( $\alpha_u/\alpha_1$ ):	2.5	2.5
Valore di riferimento del fattore di comportamento ( $q_0$ ):	1	1
Fattore riduttivo ( $K_{W_0}$ ):	2.5	2.5
Fattore di comportamento dissipativo ( $q$ ):	1.5	1.5
Fattore di comportamento non dissipativo ( $q_{ND}$ ):	1.5	1.5
Fattore di comportamento per SLD ( $q_{D}$ ):	1.5	1.5
Fattore di comportamento per sisma verticale ( $q_V$ ):		1.5

Smorzamento spettro: <%> 5 | Visualizza spettri

Angolo di ingresso del sisma: <grad> 0

Modalità di calcolo modi di vibrare | CCE per vettori di Ritz e numero di modi da calcolare

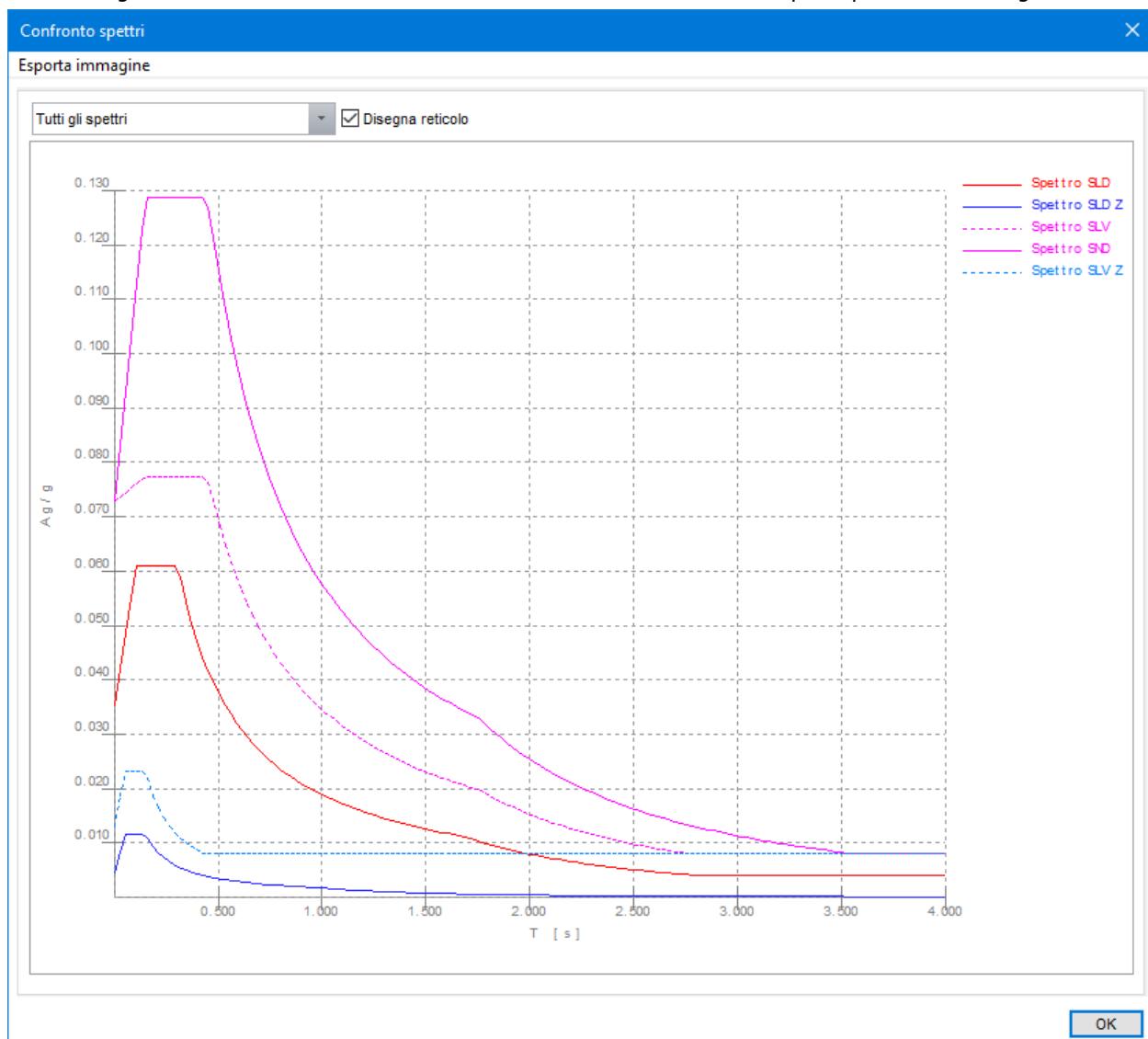
<input checked="" type="radio"/> Autovalori	Num. modi: 10	CCE:   Num. modi:
<input type="radio"/> Ritz-vectors	Num. vettori:	CCE:   Num. modi:
		CCE:   Num. modi:

Modi da considerare:

- Tutti i modi calcolati
- Tali da movimentare una percentuale di massa pari a <%> 85

Ripristina valori predefiniti | OK | Annulla

Si riportano di seguito gli spettri di risposta in accelerazione delle componenti orizzontali:



## 6 VERIFICHE

### 6.1 MODELLO AD ELEMENTI FINITI DELLA STRUTTURA IN LEGNO

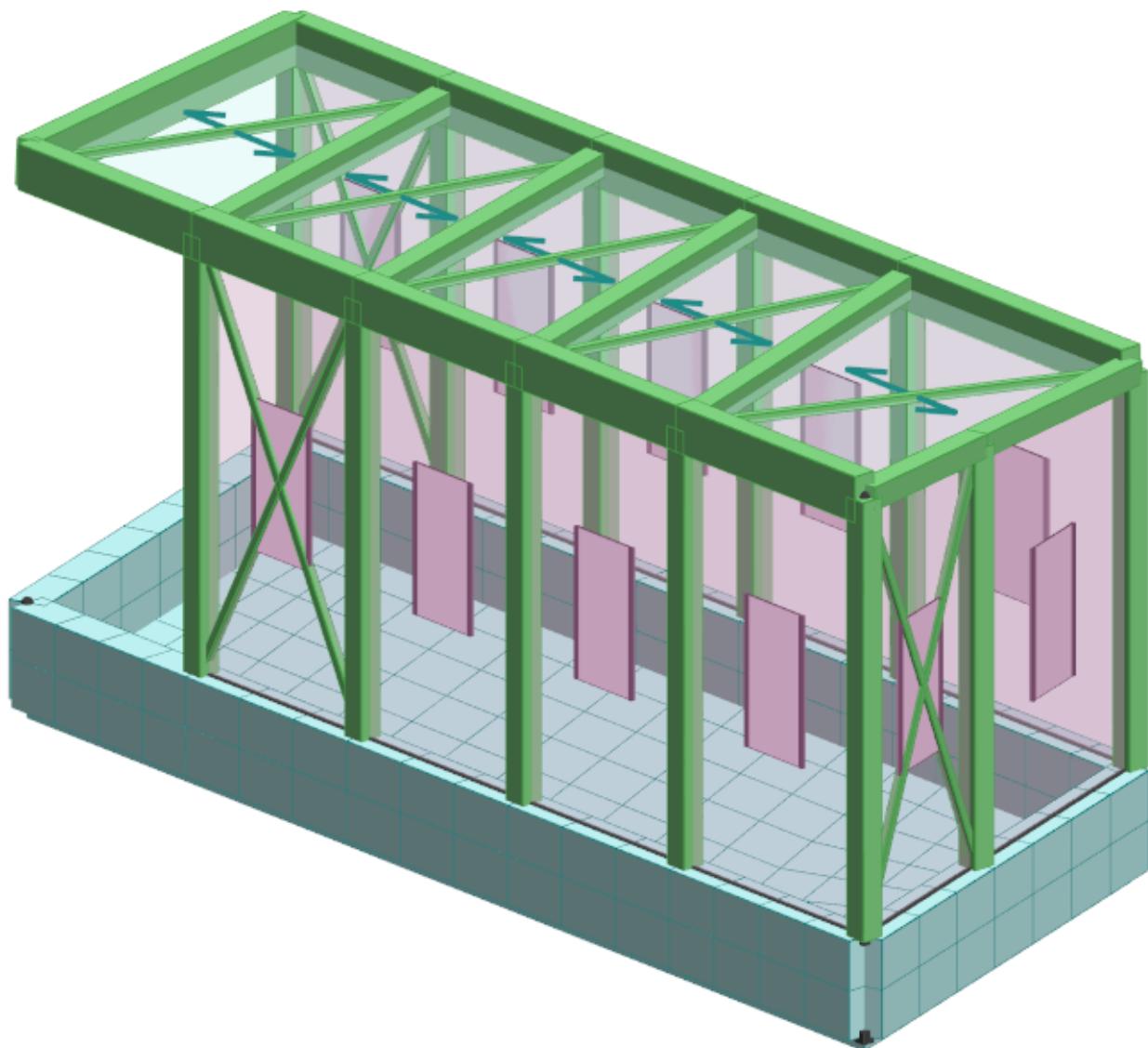
La struttura di legno è stata modellata agli elementi finiti.

Le colonne e le travi sono stati modellati come elementi asta. Le strutture in c.a. sono state modellate come elementi "bidimensionali", dotati di rigidezza membranale e flessionale.

I pilastri sono stati modellati come incastrati; i listelli di controvento sono stati modellati con vincoli tipo "biella". Il terreno è stato modellato come un suolo elastico alla Winkler, con costante di rigidezza pari a 3 daN/cm<sup>3</sup>.

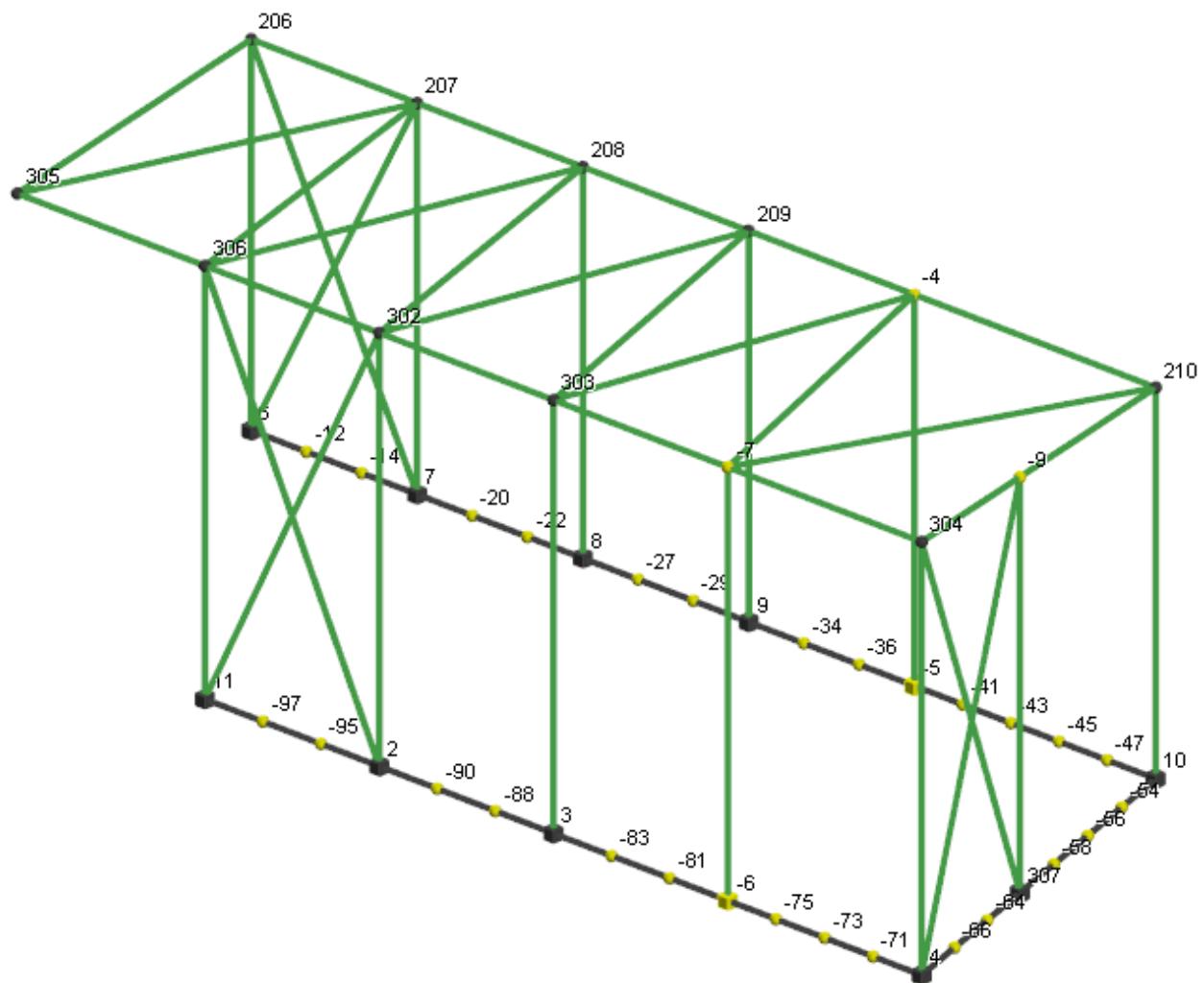
I carichi verticali dovuti ai peso propri non strutturali e variabili da neve sono stati applicati come "elementi solaio", di tipo monodirezionale; il carico del vento è stato applicato come carico agente sulle tamponature, le quali scaricano le azioni sui montanti verticali.

Si riporta di seguito la vista tridimensionale del modello:



*Figura 1: Vista 3D del modello*

Di seguito si riporta la vista tridimensionale del telaio in legno con la numerazione dei nodi:



*Figura 2: Numerazione dei nodi del telaio in legno*

L'analisi sismica condotta è del tipo dinamica lineare. Di seguito si riportano i risultati dell'analisi, con indicazione dei periodi propri dei modi di vibrare e rispettive percentuali di massa attivate:

Informazioni risultati

Esporta Stampa

	Risultato	Cons.	T	%Mx	%My	%Mz	%Jpz
Totali:				97.45	99.57	51.08	0.00
1 Modo n. 1	<input checked="" type="checkbox"/>		0.344	0.04	30.18	0.00	0.00
2 Modo n. 2	<input checked="" type="checkbox"/>		0.255	0.93	0.11	0.00	0.00
3 Modo n. 3	<input checked="" type="checkbox"/>		0.139	18.06	4.06	0.04	0.00
4 Modo n. 4	<input checked="" type="checkbox"/>		0.112	15.92	3.17	0.24	0.00
5 Modo n. 5	<input checked="" type="checkbox"/>		0.104	2.88	0.12	2.93	0.00
6 Modo n. 6	<input checked="" type="checkbox"/>		0.058	0.08	0.00	0.01	0.00
7 Modo n. 7	<input checked="" type="checkbox"/>		0.052	0.03	0.23	0.01	0.00
8 Modo n. 8	<input checked="" type="checkbox"/>		0.035	0.00	0.06	0.00	0.00
9 Modo n. 9	<input checked="" type="checkbox"/>		0.028	0.00	0.02	0.00	0.00
10 Modo n. 10	<input checked="" type="checkbox"/>		0.024	0.00	0.00	0.00	0.00
11 Modo n. 11	<input checked="" type="checkbox"/>		0.014	0.00	0.00	9.70	0.00
12 Modo n. 12	<input checked="" type="checkbox"/>		0.013	0.00	0.00	0.42	0.00
13 Modo n. 13	<input checked="" type="checkbox"/>		0.012	0.01	0.00	4.34	0.00
14 Modo n. 14	<input checked="" type="checkbox"/>		0.012	0.00	0.00	0.20	0.00
15 Modo n. 15	<input checked="" type="checkbox"/>		0.012	0.00	0.00	0.27	0.00
16 Modo n. 16	<input checked="" type="checkbox"/>		0.012	0.00	0.00	7.96	0.00
17 Modo n. 17	<input checked="" type="checkbox"/>		0.011	0.00	0.00	0.00	0.00
18 Modo n. 18	<input checked="" type="checkbox"/>		0.011	0.00	0.00	4.66	0.00
19 Modo n. 19	<input checked="" type="checkbox"/>		0.011	0.00	0.00	2.63	0.00
20 Modo n. 20	<input checked="" type="checkbox"/>		0.010	0.00	0.00	0.45	0.00
21 Modo n. 21	<input checked="" type="checkbox"/>		0.010	0.00	0.00	0.17	0.00
22 Modo n. 22	<input checked="" type="checkbox"/>		0.010	0.00	0.00	0.01	0.00
23 Modo n. 23	<input checked="" type="checkbox"/>		0.010	0.00	0.00	0.02	0.00
24 Modo n. 24	<input checked="" type="checkbox"/>		0.009	0.00	0.00	0.23	0.00
25 Modo n. 25	<input checked="" type="checkbox"/>		0.009	1.34	0.62	9.32	0.00
26 Modo n. 26	<input checked="" type="checkbox"/>		0.009	0.00	0.00	1.38	0.00
27 Modo n. 27	<input checked="" type="checkbox"/>		0.008	0.00	0.00	1.19	0.00
28 Modo n. 28	<input checked="" type="checkbox"/>		0.007	0.00	0.00	0.14	0.00
29 Modo n. 29	<input checked="" type="checkbox"/>		0.006	0.01	0.00	0.57	0.00
30 Modo n. 30	<input checked="" type="checkbox"/>		0.006	0.49	0.01	0.54	0.00
31 Modo n. 31	<input checked="" type="checkbox"/>		0.006	5.94	0.50	0.60	0.00
32 Modo n. 32	<input checked="" type="checkbox"/>		0.005	0.17	5.39	1.82	0.00
33 Modo n. 33	<input checked="" type="checkbox"/>		0.004	0.20	0.52	0.05	0.00
34 Modo n. 34	<input checked="" type="checkbox"/>		0.004	0.93	4.44	0.03	0.00
35 Modo n. 35	<input checked="" type="checkbox"/>		0.003	4.79	8.07	0.05	0.00
36 Modo n. 36	<input checked="" type="checkbox"/>		0.003	4.25	4.86	0.71	0.00
37 Modo n. 37	<input checked="" type="checkbox"/>		0.002	0.00	25.29	0.02	0.00
38 Modo n. 38	<input checked="" type="checkbox"/>		0.002	33.76	0.45	0.01	0.00
39 Modo n. 39	<input checked="" type="checkbox"/>		0.002	7.57	7.21	0.21	0.00
40 Modo n. 40	<input checked="" type="checkbox"/>		0.001	0.05	4.26	0.13	0.00

3 Modi calcolati

OK Annulla

Di seguito si riporta la deformata della struttura di legno in combinazione rara:

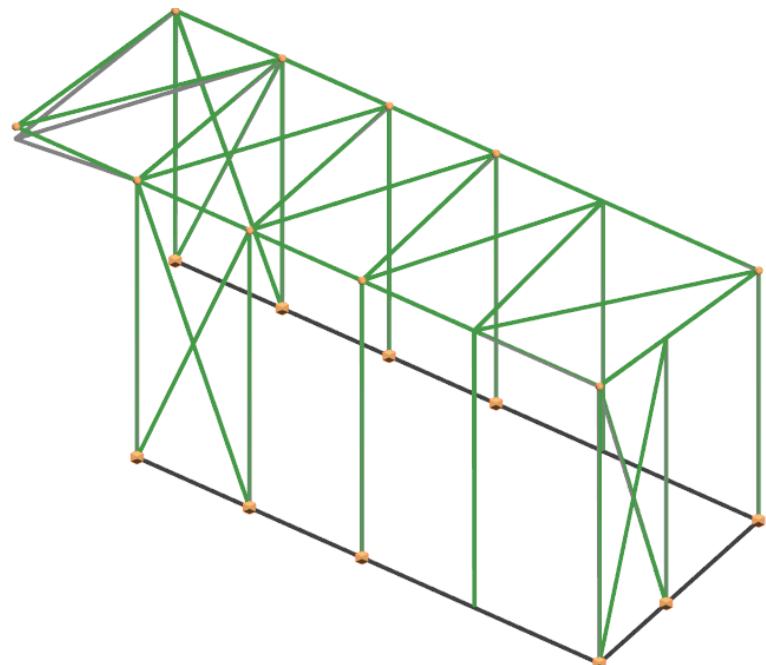
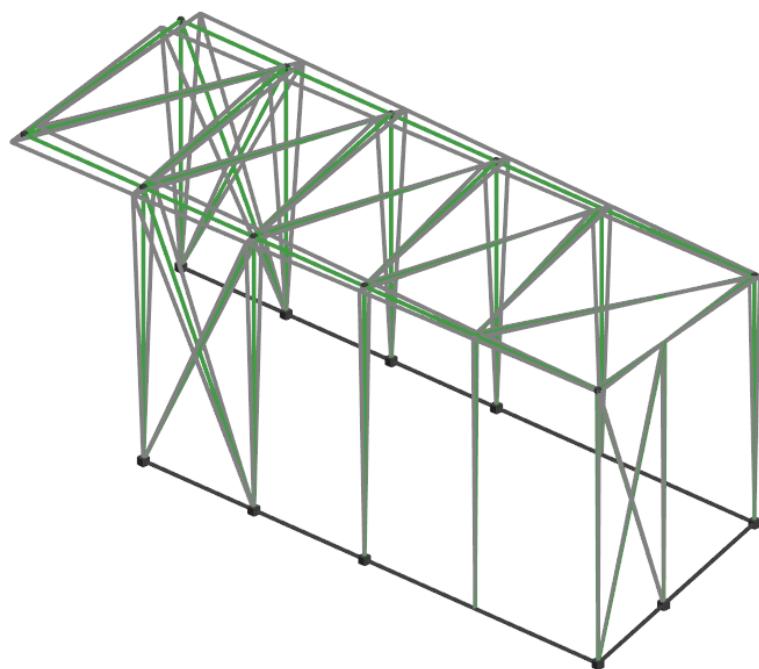


Figura 3: Deformata in combinazione rara



*Figura 4: Deformata della struttura in legno nel primo modo di vibrare*

Il nodo che subisce la deformazione maggiore è il n. 206. Si riporta di seguito la schermata con gli spostamenti in combinazione SLD di tale nodo:

Informazioni spostamenti nodali X[Esporta](#) [Stampa](#)

Nodo	CC	TCC	Sx <mm>	Sy <mm>	Sz <mm>	Rx <rad>	Ry <rad>	Rz <rad>
206	2	SLD	-0.02250	0.17564	-0.03254	-0.00010	-0.00000	-0.00003
	±	SLD	0.63475	1.58555	0.02563	0.00086	0.00007	0.00032
	4	SLD	-0.02250	0.17564	-0.03254	-0.00010	-0.00000	-0.00003
	±	SLD	0.63334	1.58454	0.02553	0.00086	0.00007	0.00032
	6	SLD	-0.02250	0.17564	-0.03254	-0.00010	-0.00000	-0.00003
	±	SLD	0.37946	-0.37942	0.01540	-0.00023	0.00004	0.00013
	8	SLD	-0.02250	0.17564	-0.03254	-0.00010	-0.00000	-0.00003
	±	SLD	0.37805	-0.38043	0.01531	-0.00023	0.00004	0.00013
	10	SLD	-0.02250	0.17564	-0.03254	-0.00010	-0.00000	-0.00003
	±	SLD	0.57812	3.45621	0.02323	0.00192	0.00006	0.00039
	12	SLD	-0.02250	0.17564	-0.03254	-0.00010	-0.00000	-0.00003
	±	SLD	0.57671	3.45521	0.02313	0.00192	0.00006	0.00039
	14	SLD	-0.02250	0.17564	-0.03254	-0.00010	-0.00000	-0.00003
	±	SLD	0.27428	3.09468	0.01095	0.00173	0.00003	0.00025
	16	SLD	-0.02250	0.17564	-0.03254	-0.00010	-0.00000	-0.00003
	±	SLD	0.27287	3.09367	0.01085	0.00173	0.00003	0.00025
	18	SLD	-0.02250	0.17564	-0.03254	-0.00010	-0.00000	-0.00003
	±	SLD	0.28192	1.16493	0.01141	0.00064	0.00003	0.00016
	20	SLD	-0.02250	0.17564	-0.03254	-0.00010	-0.00000	-0.00003
	±	SLD	0.02662	-0.80004	0.00119	-0.00045	0.00000	-0.00003
	22	SLD	-0.02250	0.17564	-0.03254	-0.00010	-0.00000	-0.00003
	±	SLD	-0.02192	0.80339	-0.00087	0.00045	-0.00000	0.00003
	24	SLD	-0.02250	0.17564	-0.03254	-0.00010	-0.00000	-0.00003
	±	SLD	-0.27722	-1.16157	-0.01110	-0.00064	-0.00003	-0.00016

 Ripeti il numero dell'elemento su ogni riga[Opzioni](#)[OK](#)

Assumendo come limite di deformabilità laterale dell'edificio 0,005 h, valido per tamponamenti fragili, risulta:

$$\begin{aligned} q &= 2,5 \\ d_r &= 4 \text{ mm} \\ q d_r &= 10 \text{ mm} \\ 0,005 h &= 0,005 \times 2800 \text{ mm} = 14 \text{ mm} > 10 \text{ mm}. \end{aligned}$$

La verifica di rigidezza richiesta dal §7.3.6.1. delle NTC2018 risulta soddisfatta.

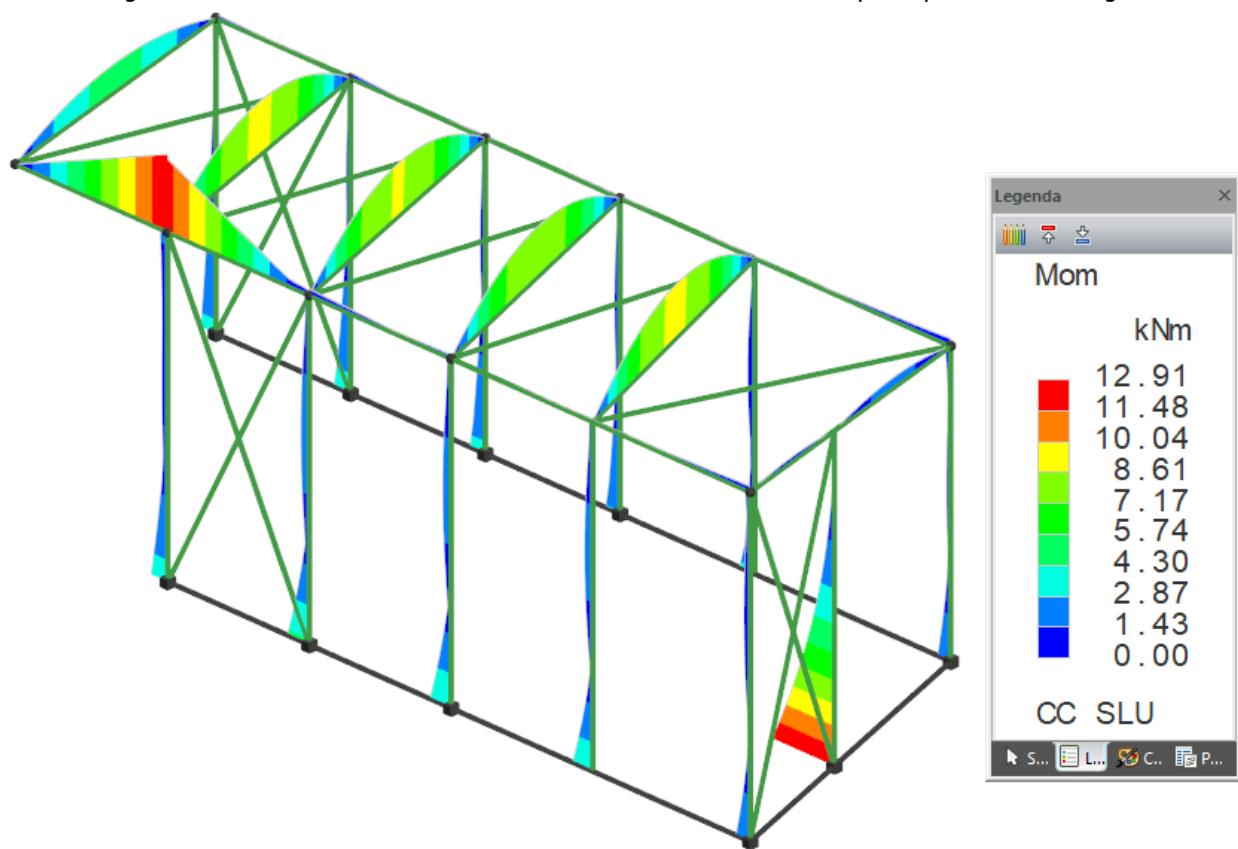


Figura 5: Diagramma dei momenti flettenti allo SLU (inviluppo)

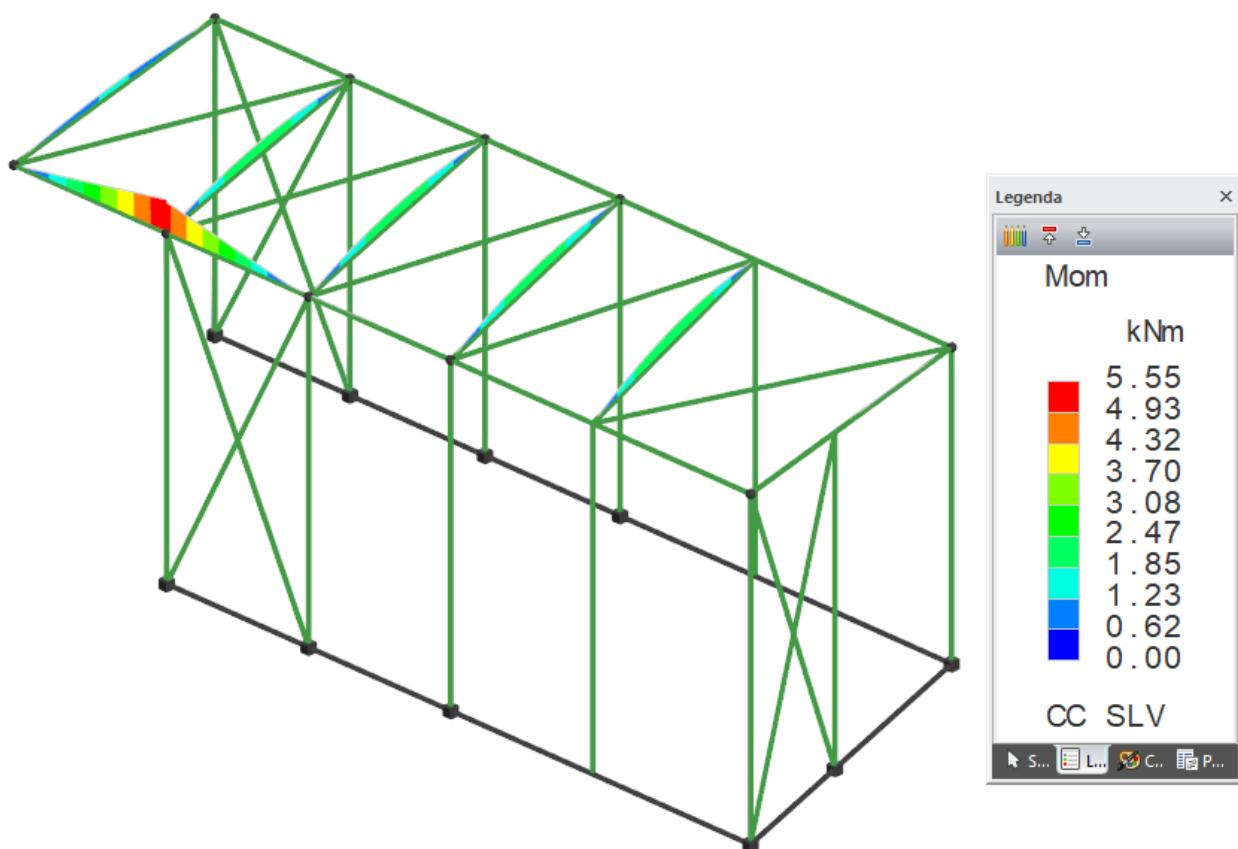


Figura 6: Diagramma del momento flettente allo SLV (inviluppo)

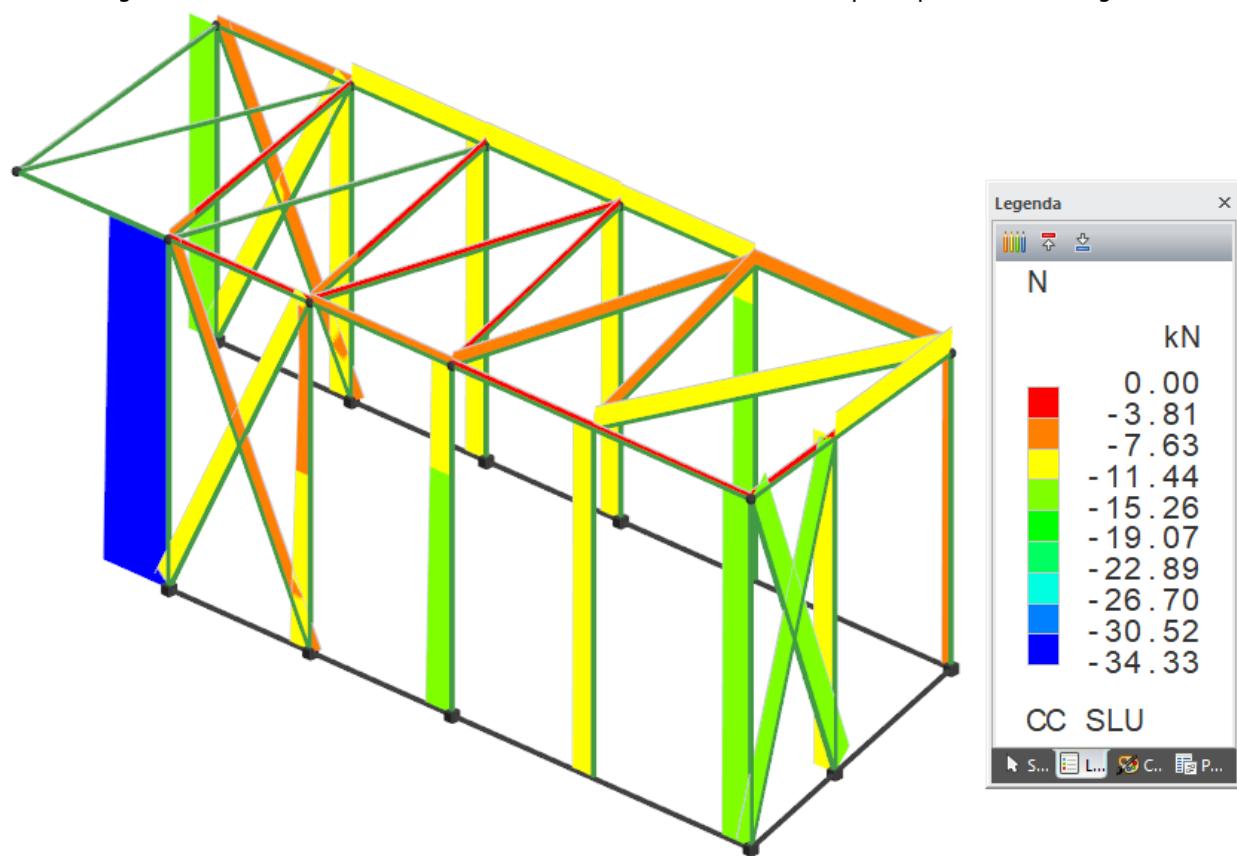


Figura 7: Diagramma dell'azione assiale allo SLU (inviluppo)

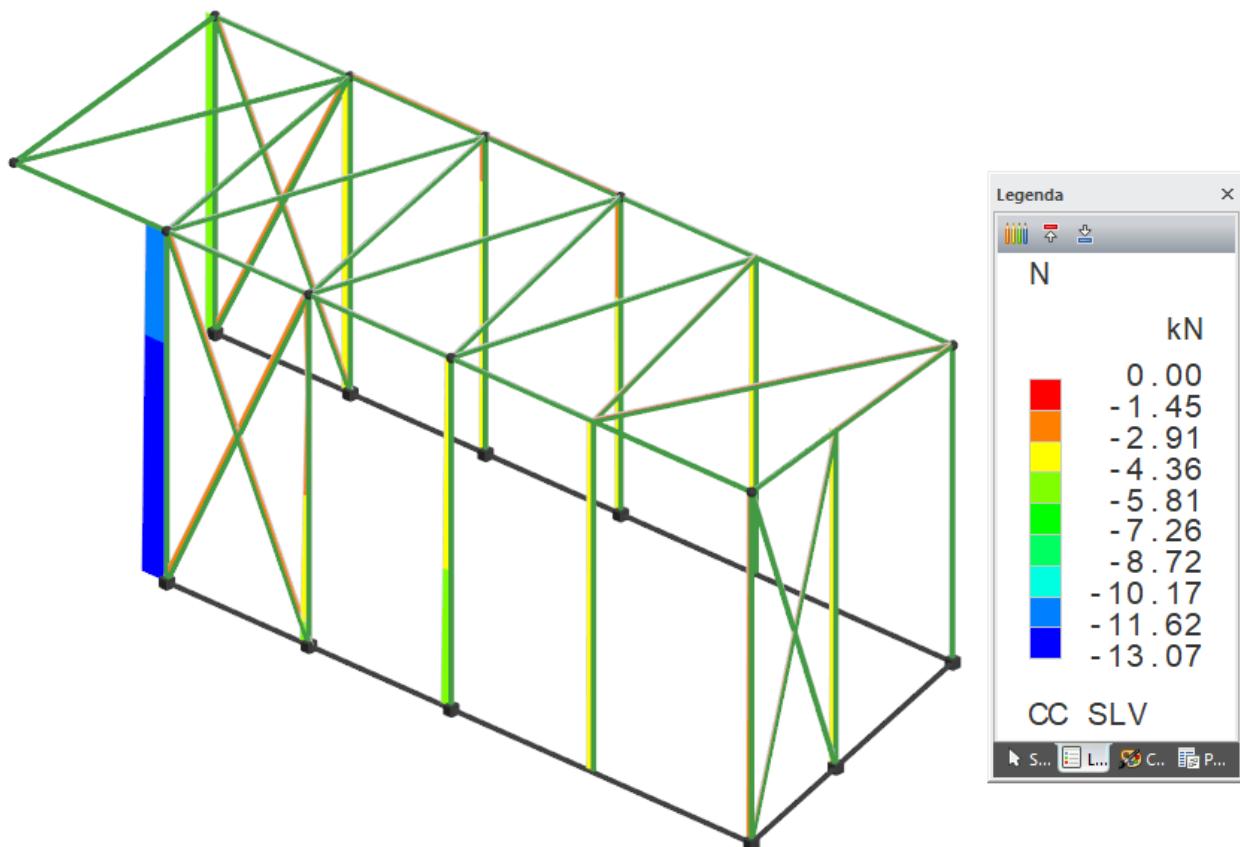


Figura 8: Diagramma dell'azione assiale allo SLV (inviluppo)

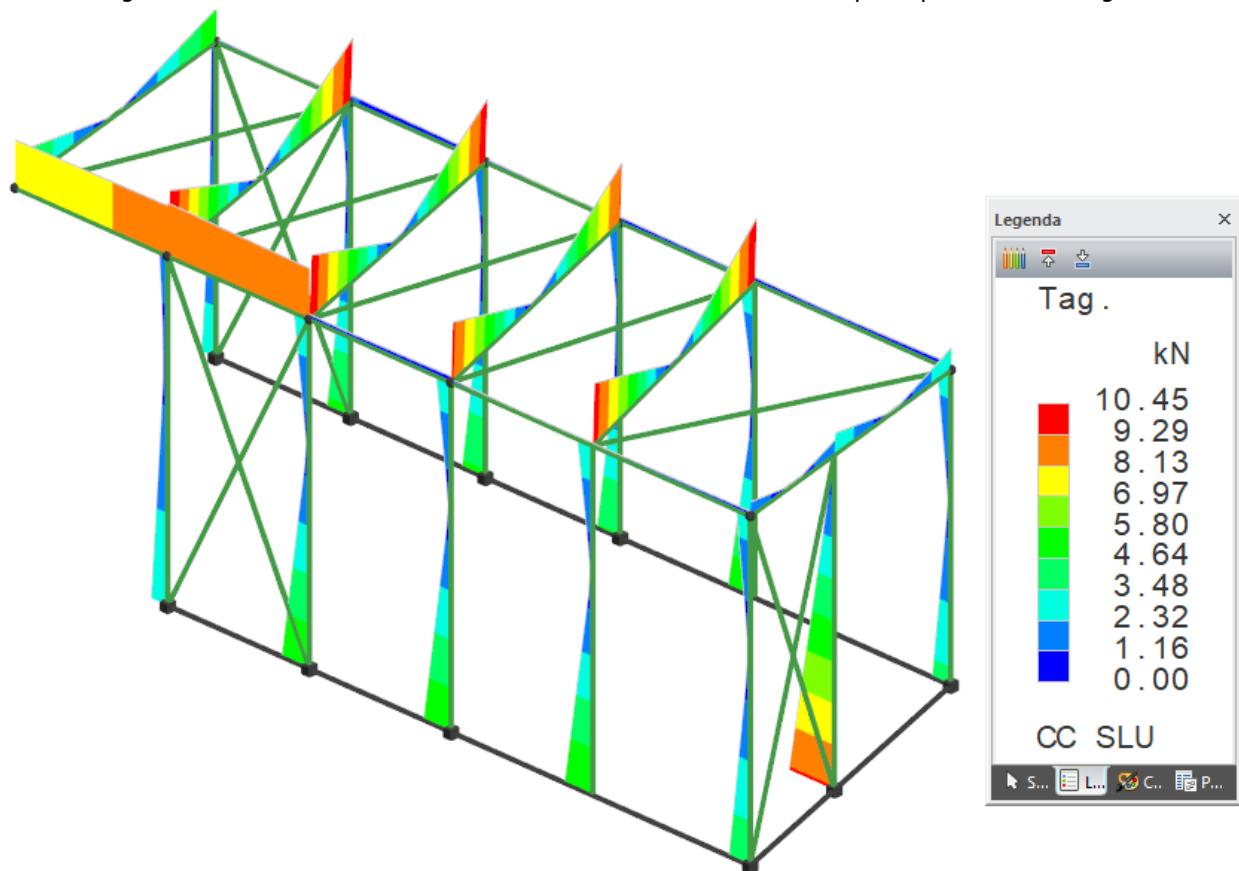


Figura 9: Diagramma del taglio allo SLU (inviluppo)

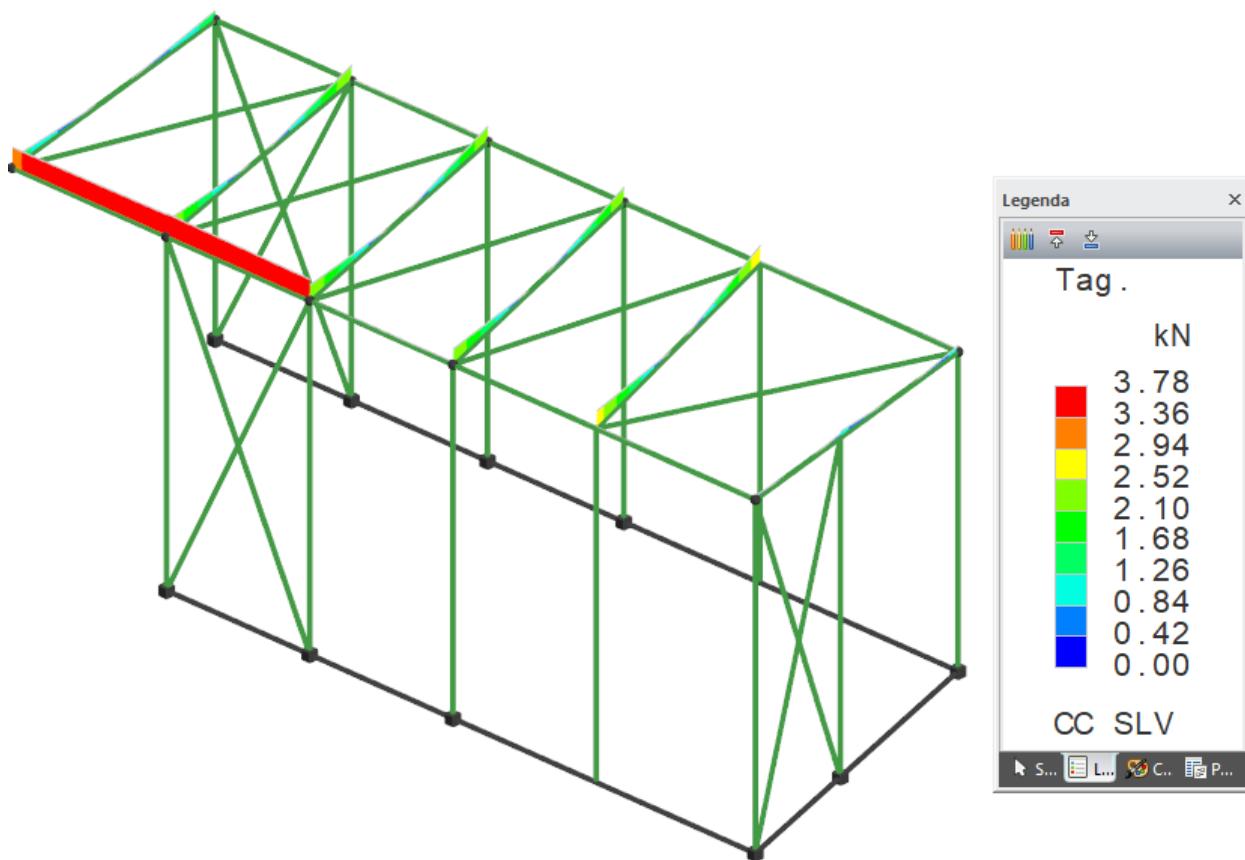


Figura 10: Diagramma del taglio allo SLV (inviluppo)

## 6.2 TRAVE SECONDARIA 150X150

Si riporta di seguito la verifica delle travi secondarie della copertura.

INPUT					
Geometria					
Forma della sezione					
Rettangolare	<input checked="" type="radio"/>				
Circolare	<input type="radio"/>				
Dati geometrici					
b	150 mm				
h	150 mm				
Geometria trave					
Lunghezza	2.96 m				
$L_{infl}$	1.32 m				
Vincoli esterni					
Incastro	<input type="radio"/>	Estremo A	<input type="radio"/>	Estremo B	
Appoggio	<input checked="" type="radio"/>		<input checked="" type="radio"/>		
Libero	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>		
Instabilità a flessione					
Ritegni laterali					
Sì	<input type="radio"/>				
No	<input checked="" type="radio"/>				
Lunghezza inflessione laterale					
$L_{laterale}$	2.96 m				
Schema statico per instabilità					
Mensola	<input type="radio"/>				
Cerniera-cerniera	<input checked="" type="radio"/>				
Incastro-cerniera	<input type="radio"/>				
Incastro-incastro	<input type="radio"/>				
Posizione di applicazione del carico					
Bordo compresso	<input checked="" type="radio"/>				
Asse	<input type="radio"/>				
Bordo tesi	<input type="radio"/>				
Deformabilità					
Freccia istantanea da carichi variabili					
Limitare	<input checked="" type="radio"/>	$L / 300$			
Non limitare	<input type="radio"/>				
Freccia finale					
Coperture in generale		<input checked="" type="radio"/>			
Coperture praticabili		<input type="radio"/>			
Solai in generale		<input type="radio"/>			
Solai o coperture che reggono intonaco o altro materiale di finitura fragile o tramezzi non flessibili		<input type="radio"/>			
Solai che supportano colonne		<input type="radio"/>			
Nei casi in cui lo spostamento può compromettere l'aspetto dell'edificio		<input type="radio"/>			
Frequenza minima per verifica vibrazione					
$f_0$	3.0 Hz				

Legno	
Tipo legno	
Legno massiccio	<input checked="" type="radio"/>
Legno lamellare	<input type="radio"/>
Sottotipo	
Conifera	<input checked="" type="radio"/>
Latifoglia	<input type="radio"/>
Tipo di classificazione	
Per flessione	<input checked="" type="radio"/>
Per trazione	<input type="radio"/>
Classe di resistenza	
C14	<input type="radio"/>
C16	<input type="radio"/>
C18	<input type="radio"/>
C20	<input type="radio"/>
C22	<input type="radio"/>
C24	<input checked="" type="radio"/>
C27	<input type="radio"/>
C30	<input type="radio"/>
C35	<input type="radio"/>
C40	<input type="radio"/>
C45	<input type="radio"/>
C50	<input type="radio"/>
-	<input type="radio"/>
Fattore di confidenza	
1.00	<input checked="" type="radio"/>
1.20	<input type="radio"/>
1.35	<input type="radio"/>
Ambiente	
Classe di servizio 1	<input type="radio"/>
Classe di servizio 2	<input checked="" type="radio"/>
Classe di servizio 3	<input type="radio"/>
Carichi	
Classe di durata	
Permanente	<input type="radio"/>
Lunga	<input type="radio"/>
Media	<input type="radio"/>
Breve	<input checked="" type="radio"/>
Istantanea	<input type="radio"/>

Tipologia carichi		
Permanenti		
G <sub>1</sub>	0.09 kN/m <sup>2</sup>	
G <sub>2</sub>	0.89 kN/m <sup>2</sup>	
Variabili		
Presenza		Intensità
Sovraccarico	<input checked="" type="checkbox"/>	0.50 kN/m <sup>2</sup>
Vento	<input checked="" type="checkbox"/>	0.86 kN/m <sup>2</sup>
Neve	<input checked="" type="checkbox"/>	1.55 kN/m <sup>2</sup>
Categoria sovraccarico		
A - Ambienti ad uso residenziale	<input type="radio"/>	
B - Uffici	<input type="radio"/>	
C - Ambienti suscettibili di affollamento	<input type="radio"/>	
D - Ambienti ad uso commerciale	<input type="radio"/>	
E - Aree per immagazzinamento, uso commerciale e uso industriale. Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	<input type="radio"/>	
F - Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	<input type="radio"/>	
G - Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso > 30 kN)	<input type="radio"/>	
H - Coperture accessibili per sola manutenzione	<input checked="" type="radio"/>	
I - Coperture praticabili	<input type="radio"/>	
K - Coperture per usi speciali (impianti, eliporti, ...)	<input type="radio"/>	
Categoria neve		
a <sub>s</sub> ≤ 1000 m s.l.m.	<input checked="" type="radio"/>	
a <sub>s</sub> > 1000 m s.l.m.	<input type="radio"/>	

OUTPUT	
$f_{m,k}$	24.0 N/mm <sup>2</sup>
$f_{t,0,k}$	14.5 N/mm <sup>2</sup>
$f_{t,90,k}$	0.4 N/mm <sup>2</sup>
$f_{c,0,k}$	21.0 N/mm <sup>2</sup>
$f_{c,90,k}$	2.5 N/mm <sup>2</sup>
$f_{v,k}$	4.0 N/mm <sup>2</sup>
$f_{r,k}$	-
$E_{m,0,mean}$	11 000 N/mm <sup>2</sup>
$E_{m,0,k}$	7 400 N/mm <sup>2</sup>
$E_{m,90,mean}$	370 N/mm <sup>2</sup>
$E_{t,0,mean}$	-
$E_{t,0,k}$	-
$E_{t,90,mean}$	-
$G_{mean}$	690 N/mm <sup>2</sup>
$G_k$	464 N/mm <sup>2</sup>
$\rho_k$	350 kg/m <sup>3</sup>
$\rho_{mean}$	420 kg/m <sup>3</sup>
$k_h$	1.00
$k_{mod}$	0.9
$k_{def}$	0.80
$k_m$	0.7
$k_{cr}$	0.5
$\gamma_M$	1.5
FC	1.00
$f_{m,d}$	14.4 N/mm <sup>2</sup>
$f_{t,0,d}$	8.7 N/mm <sup>2</sup>
$f_{c,0,d}$	12.6 N/mm <sup>2</sup>
$f_{v,d}$	2.4 N/mm <sup>2</sup>
Caratteristiche geometriche	
A	22 500 mm <sup>2</sup>
$J_{xx}$	4.2E+07 mm <sup>4</sup>
$J_{yy}$	4.2E+07 mm <sup>4</sup>
$W_{xx}$	5.6E+05 mm <sup>3</sup>
$W_{yy}$	5.6E+05 mm <sup>3</sup>
$i_{xx}$	43 mm
$i_{yy}$	43 mm
X	1.2

Carichi				
Intensità				
G <sub>1</sub>	0.12 kN/m			
G <sub>2</sub>	1.17 kN/m			
Q <sub>sovraffaccarico</sub>	0.66 kN/m			
Q <sub>vento</sub>	1.14 kN/m			
Q <sub>neve</sub>	2.05 kN/m			
Coefficienti di combinazione				
	ψ <sub>0</sub>	ψ <sub>1</sub>	ψ <sub>2</sub>	
Q <sub>sovraffaccarico</sub>	0.0	0.0	0.0	
Q <sub>vento</sub>	0.6	0.2	0.0	
Q <sub>neve</sub>	0.5	0.2	0.0	
Valori di progetto dei carichi				
F <sub>Ed,G<sub>1</sub>+G<sub>2</sub>,RARA</sub>	1.30 kN/m			
F <sub>Ed,Q,RARA</sub>	2.36 kN/m			
F <sub>Ed,RARA</sub>	3.66 kN/m			
F <sub>Ed,SLU</sub>	5.24 kN/m			
F <sub>Ed,FREQ</sub>	1.71 kN/m			
F <sub>Ed,QPERM</sub>	1.30 kN/m			
Azioni di progetto allo SLU				
N <sub>Ed</sub>	0.0 kN			
V <sub>Ed,x</sub>	0.0 kN			
V <sub>Ed,y,A</sub>	7.7 kN			
V <sub>Ed,y,B</sub>	7.7 kN			
M <sub>Ed,x</sub>	0.0 kNm			
M <sub>Ed,y</sub>	5.7 kNm			
Verifica a flessione				
M <sub>Ed,x</sub>	0.0 kNm			
M <sub>Ed,y</sub>	5.7 kNm			
W <sub>xx</sub>	5.6E+05 mm <sup>3</sup>			
W <sub>yy</sub>	5.6E+05 mm <sup>3</sup>			
σ <sub>m,xx,d</sub>	10.2 N/mm <sup>2</sup>			
σ <sub>m,yy,d</sub>	0.0 N/mm <sup>2</sup>			
f <sub>m,d</sub>	14.4 N/mm <sup>2</sup>			
k <sub>m</sub>	0.7			
$\frac{\sigma_{m,xx,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,yy,d}}{f_{m,d}}$	0.71	≤	1	71%
$k_m \cdot \frac{\sigma_{m,xx,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,yy,d}}{f_{m,d}}$	0.50	≤	1	50%

Taglio Direzione Y				
$V_{Ed,y}$	7.75 kN			
$k_{cr}$	0.5			
bef	75 mm			
$A_{ef}$	11250 mm <sup>2</sup>			
$f_{v,d}$	2.4 N/mm <sup>2</sup>			
$\tau_d$	1.0 N/mm <sup>2</sup>	≤	2.4 N/mm <sup>2</sup>	43%
Stabilità a flessione				
a	150 mm			
b	150 mm			
a/b	1.0			
$\beta_{tor}$	7.11			
$J_{min}$	42 187 500 mm <sup>4</sup>			
$J_t$	71 202 532 mm <sup>4</sup>			
$W_{xx}$	5.6E+05 mm <sup>3</sup>			
$\beta_c$	0.2			
$L_{crit,xx}$	2.96 m			
$i_{xx}$	43 mm			
$\lambda_{xx}$	68			
$L_{crit,yy}$	2.96 m			
$i_{yy}$	43 mm			
$\lambda_{yy}$	68			
$\lambda$	68			
$f_{m,k}$	24.0 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{m,d}$	14.4 N/mm <sup>2</sup>			
$E_{m,0,k}$	7 400 N/mm <sup>2</sup>			
$G_k$	464 N/mm <sup>2</sup>			
$\beta$	0.88			
$L_{eff}$	2.90 m			
$M_{y,crit}$	109.9 kNm			
$\sigma_{m,crit}$	195.3 N/mm <sup>2</sup>			
$\lambda_{rel,m}$	0.35			
$k_{crit,m}$	1.00			
$\sigma_{m,d}$	10.2 N/mm <sup>2</sup>			
$\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit,m} \cdot f_{m,d}}$	0.71	≤	1	71%
Verifica di deformazione				
$w_{ist,Q,max}$	L / 300	=	9.9 mm	
$w_{fin,max}$	L / 200	=	14.8 mm	
$E_{m,0,mean}$	11 000 N/mm <sup>2</sup>			
$w_{ist,Q}$	5.1 mm	≤	9.9 mm	52%
$w_{ist}$	7.9 mm			
$w'_{in}$	2.8 mm			
$w_{creep}$	2.2 mm			
$w_{fin}$	10.1 mm	≤	14.8 mm	68%

**6.3 TRAVE PRINCIPALE 150X300**

Si riportano di seguito i calcoli di verifica della trave principale 150x300.

INPUT		
Geometria		
Forma della sezione		
Rettangolare	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Circolare	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Dati geometrici		
b	150 mm	
h	300 mm	
Geometria trave		
Lunghezza	1.60 m	
$A_{infl}$	2.40 $m^2$	
Vincoli esterni		
	Estremo A	Estremo B
Incastro	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Appoggio	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Libero	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Instabilità a flessione		
Ritegni laterali		
Si	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
No	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Lunghezza inflessione laterale		
$L_{laterale}$	1.60 m	
Schema statico per instabilità		
Mensola	<input checked="" type="radio"/>	
Cerniera-cerniera	<input type="radio"/>	
Incastro-cerniera	<input type="radio"/>	
Incastro-incastro	<input type="radio"/>	
Posizione di applicazione del carico		
Bordo compresso	<input type="radio"/>	
Asse	<input type="radio"/>	
Bordo tesi	<input checked="" type="radio"/>	
Deformabilità		
Freccia istantanea da carichi variabili		
Limitare	<input checked="" type="radio"/>	$L / 300$
Non limitare	<input type="radio"/>	
Freccia finale		
Coperture in generale	<input checked="" type="radio"/>	
Coperture praticabili	<input type="radio"/>	
Solai in generale	<input type="radio"/>	
Solai o coperture che reggono intonaco o altro materiale di finitura fragile o tramezzi non flessibili	<input type="radio"/>	
Solai che supportano colonne	<input type="radio"/>	
Nei casi in cui lo spostamento può compromettere l'aspetto dell'edificio	<input type="radio"/>	
Frequenza minima per verifica vibrazione		
$f_0$	3.0 Hz	

Legno	
Tipo legno	
Legno massiccio	<input checked="" type="radio"/>
Legno lamellare	<input type="radio"/>
Sottotipo	
Conifera	<input checked="" type="radio"/>
Latifoglia	<input type="radio"/>
Tipo di classificazione	
Per flessione	<input checked="" type="radio"/>
Per trazione	<input type="radio"/>
Classe di resistenza	
C14	<input type="radio"/>
C16	<input type="radio"/>
C18	<input type="radio"/>
C20	<input type="radio"/>
C22	<input type="radio"/>
C24	<input checked="" type="radio"/>
C27	<input type="radio"/>
C30	<input type="radio"/>
C35	<input type="radio"/>
C40	<input type="radio"/>
C45	<input type="radio"/>
C50	<input type="radio"/>
-	<input type="radio"/>
Fattore di confidenza	
1.00	<input checked="" type="radio"/>
1.20	<input type="radio"/>
1.35	<input type="radio"/>
Ambiente	
Classe di servizio 1	<input type="radio"/>
Classe di servizio 2	<input checked="" type="radio"/>
Classe di servizio 3	<input type="radio"/>
Carichi	
Classe di durata	
Permanente	<input type="radio"/>
Lunga	<input type="radio"/>
Media	<input type="radio"/>
Breve	<input checked="" type="radio"/>
Istantanea	<input type="radio"/>

Tipologia carichi		
Permanenti		
G <sub>1</sub>	0.19 kN/m <sup>2</sup>	
G <sub>2</sub>	0.89 kN/m <sup>2</sup>	
Variabili		
Presenza		Intensità
Sovraccarico	<input checked="" type="checkbox"/>	
Vento	<input checked="" type="checkbox"/>	
Neve	<input checked="" type="checkbox"/>	
Categoria sovraccarico		
A - Ambienti ad uso residenziale	<input type="radio"/>	
B - Uffici	<input type="radio"/>	
C - Ambienti suscettibili di affollamento	<input type="radio"/>	
D - Ambienti ad uso commerciale	<input type="radio"/>	
E - Aree per immagazzinamento, uso commerciale e uso industriale. Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	<input type="radio"/>	
F - Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	<input type="radio"/>	
G - Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso > 30 kN)	<input type="radio"/>	
H - Coperture accessibili per sola manutenzione	<input checked="" type="radio"/>	
I - Coperture praticabili	<input type="radio"/>	
K - Coperture per usi speciali (impianti, eliporti, ...)	<input type="radio"/>	
Categoria neve		
a <sub>s</sub> ≤ 1000 m s.l.m.	<input checked="" type="radio"/>	
a <sub>s</sub> > 1000 m s.l.m.	<input type="radio"/>	

OUTPUT	
$f_{m,k}$	24.0 N/mm <sup>2</sup>
$f_{t,0,k}$	14.5 N/mm <sup>2</sup>
$f_{t,90,k}$	0.4 N/mm <sup>2</sup>
$f_{c,0,k}$	21.0 N/mm <sup>2</sup>
$f_{c,90,k}$	2.5 N/mm <sup>2</sup>
$f_{v,k}$	4.0 N/mm <sup>2</sup>
$f_{r,k}$	-
$E_{m,0,mean}$	11 000 N/mm <sup>2</sup>
$E_{m,0,k}$	7 400 N/mm <sup>2</sup>
$E_{m,90,mean}$	370 N/mm <sup>2</sup>
$E_{t,0,mean}$	-
$E_{t,0,k}$	-
$E_{t,90,mean}$	-
$G_{mean}$	690 N/mm <sup>2</sup>
$G_k$	464 N/mm <sup>2</sup>
$\rho_k$	350 kg/m <sup>3</sup>
$\rho_{mean}$	420 kg/m <sup>3</sup>
$k_h$	1.00
$k_{mod}$	0.9
$k_{def}$	0.80
$k_m$	0.7
$k_{cr}$	0.5
$\gamma_M$	1.5
FC	1.00
$f_{m,d}$	14.4 N/mm <sup>2</sup>
$f_{t,0,d}$	8.7 N/mm <sup>2</sup>
$f_{c,0,d}$	12.6 N/mm <sup>2</sup>
$f_{v,d}$	2.4 N/mm <sup>2</sup>
Caratteristiche geometriche	
A	45 000 mm <sup>2</sup>
$J_{xx}$	3.4E+08 mm <sup>4</sup>
$J_{yy}$	8.4E+07 mm <sup>4</sup>
$W_{xx}$	2.3E+06 mm <sup>3</sup>
$W_{yy}$	1.1E+06 mm <sup>3</sup>
$i_{xx}$	87 mm
$i_{yy}$	43 mm
X	1.2

Carichi				
Intensità				
$G_1$	0.45 kN			
$G_2$	2.14 kN			
$Q_{\text{sovraffabbricato}}$	1.20 kN			
$Q_{\text{vento}}$	2.06 kN			
$Q_{\text{neve}}$	3.72 kN			
Coefficienti di combinazione				
	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	
$Q_{\text{sovraffabbricato}}$	0.0	0.0	0.0	
$Q_{\text{vento}}$	0.6	0.2	0.0	
$Q_{\text{neve}}$	0.5	0.2	0.0	
Valori di progetto dei carichi				
$F_{\text{Ed},G_1+G_2,\text{RARA}}$	2.59 kN			
$F_{\text{Ed},Q,\text{RARA}}$	4.30 kN			
$F_{\text{Ed},\text{RARA}}$	6.89 kN			
$F_{\text{Ed},\text{SLU}}$	9.81 kN			
$F_{\text{Ed},\text{FREQ}}$	3.33 kN			
$F_{\text{Ed},Q\text{PERM}}$	2.59 kN			
Azioni di progetto allo SLU				
$N_{\text{Ed}}$	0.0 kN			
$V_{\text{Ed},x}$	0.0 kN			
$V_{\text{Ed},y,A}$	9.8 kN			
$V_{\text{Ed},y,B}$	0.0 kN			
$M_{\text{Ed},x}$	0.0 kNm			
$M_{\text{Ed},y}$	15.7 kNm			
Verifica a flessione				
$M_{\text{Ed},x}$	0.0 kNm			
$M_{\text{Ed},y}$	15.7 kNm			
$W_{xx}$	2.3E+06 mm <sup>3</sup>			
$W_{yy}$	1.1E+06 mm <sup>3</sup>			
$\sigma_{m,xx,d}$	7.0 N/mm <sup>2</sup>			
$\sigma_{m,yy,d}$	0.0 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{m,d}$	14.4 N/mm <sup>2</sup>			
$k_m$	0.7			
$\frac{\sigma_{m,xx,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,yy,d}}{f_{m,d}}$	$0.48$	$\leq$	1	48%
$k_m \cdot \frac{\sigma_{m,xx,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,yy,d}}{f_{m,d}}$	$0.34$	$\leq$	1	34%

Taglio Direzione Y				
$V_{Ed,Y}$	9.81 kN			
$k_{cr}$	0.5			
bef	75 mm			
$A_{ef}$	22500 mm <sup>2</sup>			
$f_{v,d}$	2.4 N/mm <sup>2</sup>			
$\tau_d$	0.7 N/mm <sup>2</sup>	≤	2.4 N/mm <sup>2</sup>	27%
Stabilità a flessione				
a	300 mm			
b	150 mm			
a/b	2.0			
$\beta_{tor}$	4.37			
$J_{min}$	84 375 000 mm <sup>4</sup>			
$J_t$	231 693 364 mm <sup>4</sup>			
$W_{xx}$	2.3E+06 mm <sup>3</sup>			
$\beta_c$	0.2			
$L_{crit,xx}$	3.20 m			
$i_{xx}$	87 mm			
$\lambda_{xx}$	37			
$L_{crit,yy}$	3.20 m			
$i_{yy}$	43 mm			
$\lambda_{yy}$	74			
$\lambda$	74			
$f_{m,k}$	24.0 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{m,d}$	14.4 N/mm <sup>2</sup>			
$E_{m,0,k}$	7 400 N/mm <sup>2</sup>			
$G_k$	464 N/mm <sup>2</sup>			
$\beta$	0.49			
$L_{eff}$	1.38 m			
$M_{y,crit}$	588.2 kNm			
$\sigma_{m,crit}$	261.4 N/mm <sup>2</sup>			
$\lambda_{rel,m}$	0.30			
$k_{crit,m}$	1.00			
$\sigma_{m,d}$	7.0 N/mm <sup>2</sup>			
$\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit,m} \cdot f_{m,d}}$	0.48	≤	1	48%
Verifica di deformazione				
$w_{ist,Q,max}$	L / 300	=	5.3 mm	
$w_{fin,max}$	L / 200	=	8.0 mm	
$E_{m,0,mean}$	11 000 N/mm <sup>2</sup>			
$w_{ist,Q}$	1.6 mm	≤	5.3 mm	30%
$w_{ist}$	2.5 mm			
$w'_{in}$	1.0 mm			
$w_{creep}$	0.8 mm			
$w_{fin}$	3.3 mm	≤	8.0 mm	41%

**6.4 PILASTRO 150X150**

Si riportano di seguito le verifiche del pilastro 150x150.

INPUT		
Geometria		
Forma della sezione		
Rettangolare	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Circolare	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Dati geometrici		
b	150 mm	
h	150 mm	
Geometria pilastro		
Altezza	2.88 m	
Vincoli esterni		
Incastro	Estremo A	<input checked="" type="radio"/>
	Estremo B	<input type="radio"/>
	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Appoggio	Estremo A	<input type="radio"/>
	Estremo B	<input type="radio"/>
	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Libero	Estremo A	<input type="radio"/>
	Estremo B	<input checked="" type="radio"/>
	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Instabilità a flessione		
Ritegni laterali		
Sì	<input type="radio"/>	
No	<input checked="" type="radio"/>	
Lunghezza inflessione laterale		
L <sub>laterale</sub>	2.00 m	
Schema statico per instabilità		
Mensola	<input type="radio"/>	
Cerniera-cerniera	<input checked="" type="radio"/>	
Incastro-cerniera	<input type="radio"/>	
Incastro-incastro	<input type="radio"/>	
Posizione di applicazione del carico		
Bordo compresso	<input type="radio"/>	
Asse	<input type="radio"/>	
Bordo tesi	<input checked="" type="radio"/>	
Legno		
Tipo legno		
Legno massiccio	<input checked="" type="radio"/>	
Legno lamellare	<input type="radio"/>	
Sottotipo		
Conifera	<input checked="" type="radio"/>	
Latifoglia	<input type="radio"/>	
Tipo di classificazione		
Per flessione	<input checked="" type="radio"/>	
Per trazione	<input type="radio"/>	

Classe di resistenza		
C14	<input type="radio"/>	
C16	<input type="radio"/>	
C18	<input type="radio"/>	
C20	<input type="radio"/>	
C22	<input type="radio"/>	
C24	<input checked="" type="radio"/>	
C27	<input type="radio"/>	
C30	<input type="radio"/>	
C35	<input type="radio"/>	
C40	<input type="radio"/>	
C45	<input type="radio"/>	
C50	<input type="radio"/>	
-	<input type="radio"/>	
Fattore di confidenza		
1.00	<input checked="" type="radio"/>	
1.20	<input type="radio"/>	
1.35	<input type="radio"/>	
Ambiente		
Classe di servizio 1	<input type="radio"/>	
Classe di servizio 2	<input checked="" type="radio"/>	
Classe di servizio 3	<input type="radio"/>	
Carichi		
Classe di durata		
Permanente	<input type="radio"/>	
Lunga	<input type="radio"/>	
Media	<input type="radio"/>	
Breve	<input checked="" type="radio"/>	
Istantanea	<input type="radio"/>	
Azioni		
$N_{Ed}$	-34.3 kN	Compressione
$V_{Ed,x}$	10.5 kN	
$V_{Ed,y,A}$	0.0 kN	
$V_{Ed,y,B}$	0.0 kN	
$M_{Ed,x}$	0.0 kN m	
$M_{Ed,y}$	3.0 kN m	

OUTPUT	
$f_{m,k}$	24.0 N/mm <sup>2</sup>
$f_{t,0,k}$	14.5 N/mm <sup>2</sup>
$f_{t,90,k}$	0.4 N/mm <sup>2</sup>
$f_{c,0,k}$	21.0 N/mm <sup>2</sup>
$f_{c,90,k}$	2.5 N/mm <sup>2</sup>
$f_{v,k}$	4.0 N/mm <sup>2</sup>
$f_{r,k}$	-
$E_{m,0,mean}$	11 000 N/mm <sup>2</sup>
$E_{m,0,k}$	7 400 N/mm <sup>2</sup>
$E_{m,90,mean}$	370 N/mm <sup>2</sup>
$E_{t,0,mean}$	-
$E_{t,0,k}$	-
$E_{t,90,mean}$	-
$G_{mean}$	690 N/mm <sup>2</sup>
$G_k$	464 N/mm <sup>2</sup>
$\rho_k$	350 kg/m <sup>3</sup>
$\rho_{mean}$	420 kg/m <sup>3</sup>
$k_h$	1.00
$k_{mod}$	0.9
$k_{def}$	0.80
$k_m$	0.7
$k_{cr}$	0.5
$\gamma_M$	1.5
FC	1.00
$f_{m,d}$	14.4 N/mm <sup>2</sup>
$f_{t,0,d}$	8.7 N/mm <sup>2</sup>
$f_{c,0,d}$	12.6 N/mm <sup>2</sup>
$f_{v,d}$	2.4 N/mm <sup>2</sup>
Caratteristiche geometriche	
A	22 500 mm <sup>2</sup>
$J_{xx}$	4.2E+07 mm <sup>4</sup>
$J_{yy}$	4.2E+07 mm <sup>4</sup>
$W_{xx}$	5.6E+05 mm <sup>3</sup>
$W_{yy}$	5.6E+05 mm <sup>3</sup>
$i_{xx}$	43 mm
$i_{yy}$	43 mm
X	1.2

Verifica a compressione parallela alla fibratura					
$N_{Ed}$	34.3 kN				
A	22 500 mm <sup>2</sup>				
$\sigma_{c,0,d}$	1.5 N/mm <sup>2</sup>	≤	$f_{c,0,d}$	12.6 N/mm <sup>2</sup>	12%
Verifica a flessione					
$M_{Ed,x}$	0.0 kNm				
$M_{Ed,y}$	3.0 kNm				
$W_{xx}$	5.6E+05 mm <sup>3</sup>				
$W_{yy}$	5.6E+05 mm <sup>3</sup>				
$\sigma_{m,xx,d}$	5.3 N/mm <sup>2</sup>				
$\sigma_{m,yy,d}$	0.0 N/mm <sup>2</sup>				
$f_{m,d}$	14.4 N/mm <sup>2</sup>				
$k_m$	0.7				
$\frac{\sigma_{m,xx,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,yy,d}}{f_{m,d}}$	0.37	≤	1	37%	
$k_m \cdot \frac{\sigma_{m,xx,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,yy,d}}{f_{m,d}}$	0.26	≤	1	26%	
Verifica a pressoflessione					
$N_{Ed}$	-34.3 kN				
$M_{Ed,x}$	0.0 kNm				
$M_{Ed,y}$	3.0 kNm				
A	22 500 mm <sup>2</sup>				
$W_{xx}$	5.6E+05 mm <sup>3</sup>				
$W_{yy}$	5.6E+05 mm <sup>3</sup>				
$\sigma_{c,0,d}$	1.5 N/mm <sup>2</sup>				
$\sigma_{m,xx,d}$	5.3 N/mm <sup>2</sup>				
$\sigma_{m,yy,d}$	0.0 N/mm <sup>2</sup>				
$f_{c,0,d}$	12.6 N/mm <sup>2</sup>				
$f_{m,d}$	14.4 N/mm <sup>2</sup>				
$k_m$	0.7				
$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m,xx,d}}{f_{m,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,yy,d}}{f_{m,d}}$	0.39	≤	1	39%	
$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,xx,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,yy,d}}{f_{m,d}}$	0.27	≤	1	27%	

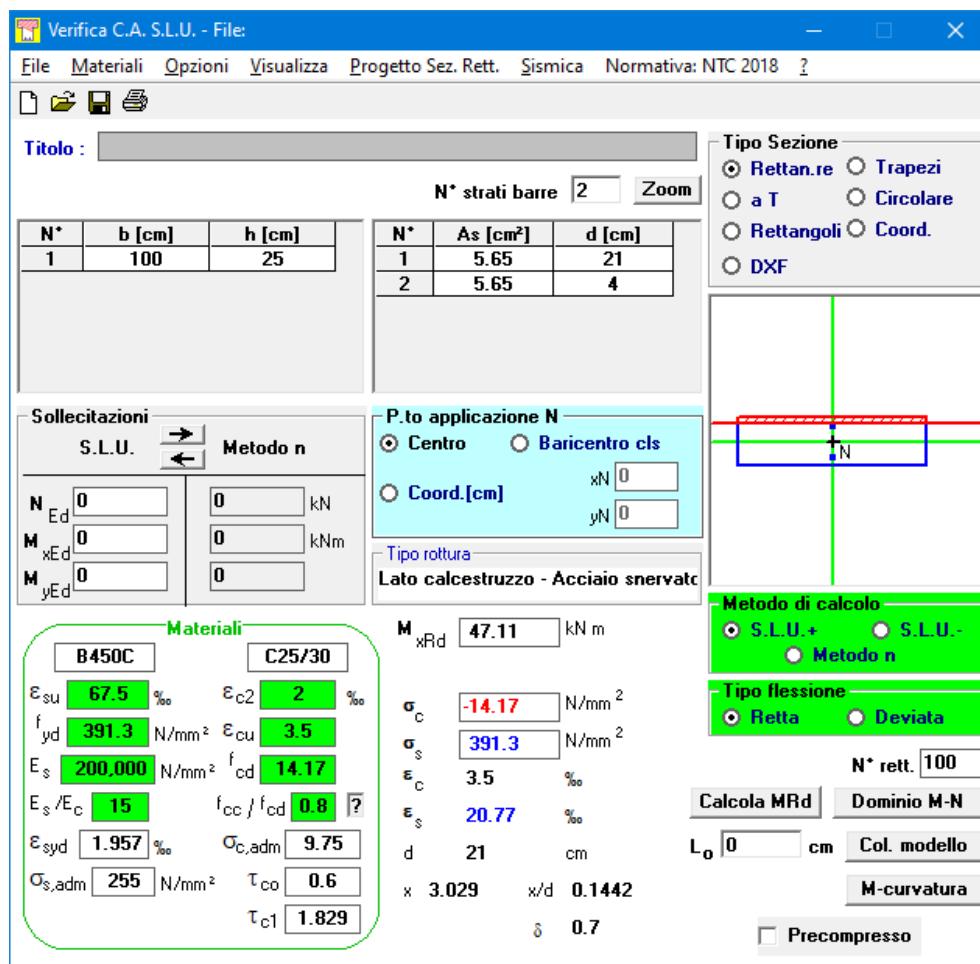
Taglio Direzione X					
$V_{Ed,x}$	10.45 kN				
$k_{cr}$	0.5				
hef	75 mm				
$A_{ef}$	11250 mm <sup>2</sup>				
$f_{v,d}$	2.4 N/mm <sup>2</sup>				
$\tau_d$	1.4 N/mm <sup>2</sup>	≤	2.4 N/mm <sup>2</sup>	58%	
Stabilità a flessione					
a	150 mm				
b	150 mm				
a/b	1.0				
$\beta_{tor}$	7.11				
$J_{min}$	42 187 500 mm <sup>4</sup>				
$J_t$	71 202 532 mm <sup>4</sup>				
$W_{xx}$	562 500 mm <sup>3</sup>				
$\beta_c$	0.2				
$L_{crit,xx}$	2.88 m				
$i_{xx}$	43 mm				
$\lambda_{xx}$	67				
$L_{crit,yy}$	2.88 m				
$i_{yy}$	43 mm				
$\lambda_{yy}$	67				
$\lambda$	67				
$f_{m,k}$	24.0 N/mm <sup>2</sup>				
$f_{m,d}$	14.4 N/mm <sup>2</sup>				
$E_{m,0,k}$	7 400 N/mm <sup>2</sup>				
$G_k$	464 N/mm <sup>2</sup>				
$\beta$	0.49				
$L_{eff}$	1.71 m				
$M_{y,crit}$	186.5 kNm				
$\sigma_{m,crit}$	331.5 N/mm <sup>2</sup>				
$\lambda_{rel,m}$	0.27				
$k_{crit,m}$	1.00				
$\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit,m} \cdot f_{m,d}}$	0.37	≤	1	37%	
Stabilità a compressione					
$f_{c,0,k}$	21.0 N/mm <sup>2</sup>				
$f_{c,0,d}$	12.6 N/mm <sup>2</sup>				
$E_{m,0,k}$	7 400 N/mm <sup>2</sup>				
$\lambda_{rel,c}$	1.13				
k	1.22				
$k_{crit,c}$	0.59				
$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{crit,c} \cdot f_{c,0,d}}$	0.20	≤	1	20%	
Stabilità a pressoflessione					
$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{relazione geotecnica sfornata del GE04}} + \frac{\sigma_{m,xx,d}}{k_{relazione geotecnica sfornata del GE04}}$	0.57	rev00≤	1	57%	

## 6.5 MURO IN C.A.

L'armatura del muro in c.a. è costituita da ferri verticali (1+1)φ12/200.

Ai fini della verifica si assume agente sulla struttura il momento flettente d'incastro delle travi HEA220 a sbalzo, calcolato nella Relazione di calcolo delle strutture **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, è pari a 13,6 kN m.

La verifica di resistenza allo SLU viene eseguita con il software VCAslu:



Risulta  $M_{Rd} = 47.11 \text{ kN m} > M_{Ed} = 13,6 \text{ kN m}$ .

La verifica è soddisfatta.

## 6.7 PLATEA IN C.A.

Si riporta di seguito il momento flettente di Wood in direzione X allo SLU ed allo SLV:

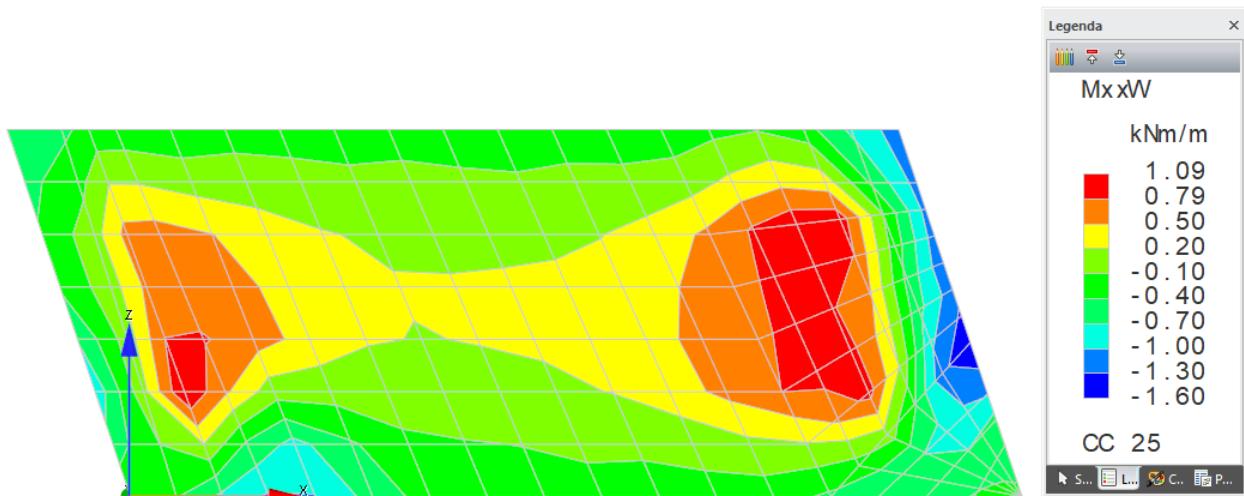


Figura 11: Momento di Wood in direzione X allo SLU

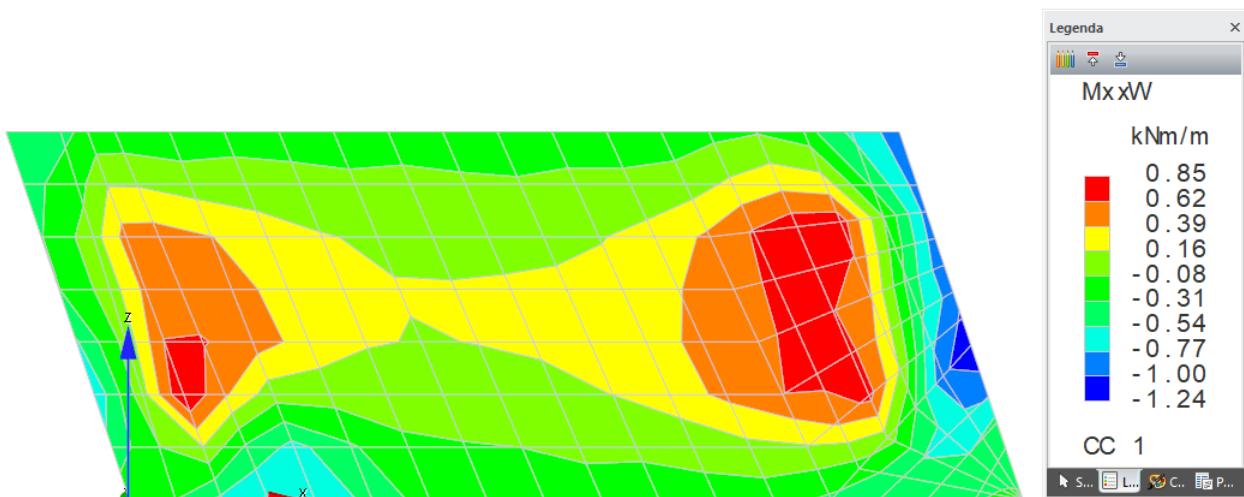


Figura 12: Momento di Wood in direzione X allo SLV

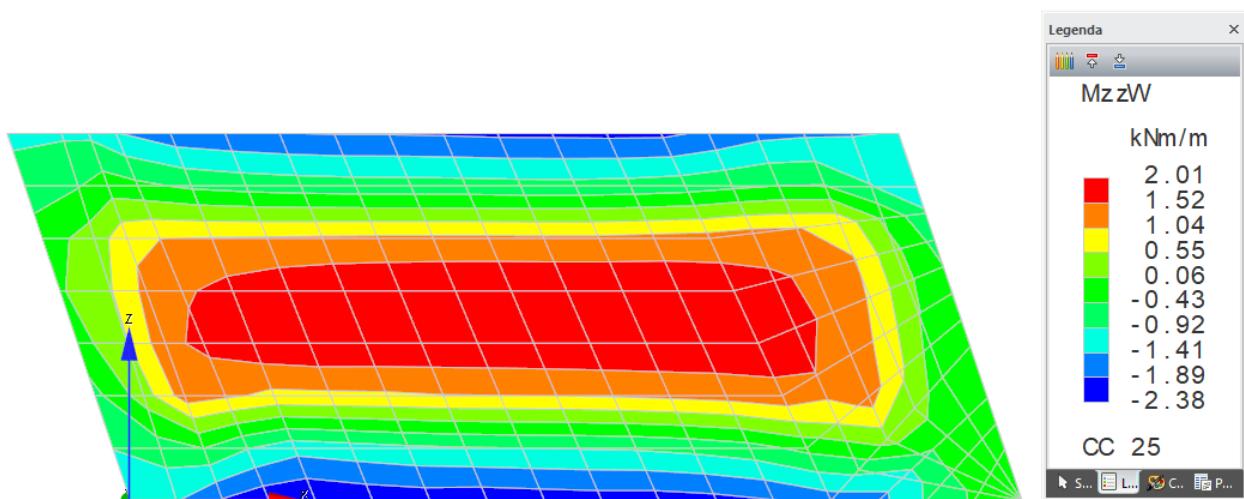


Figura 13: Momento di Wood in direzione Z allo SLU

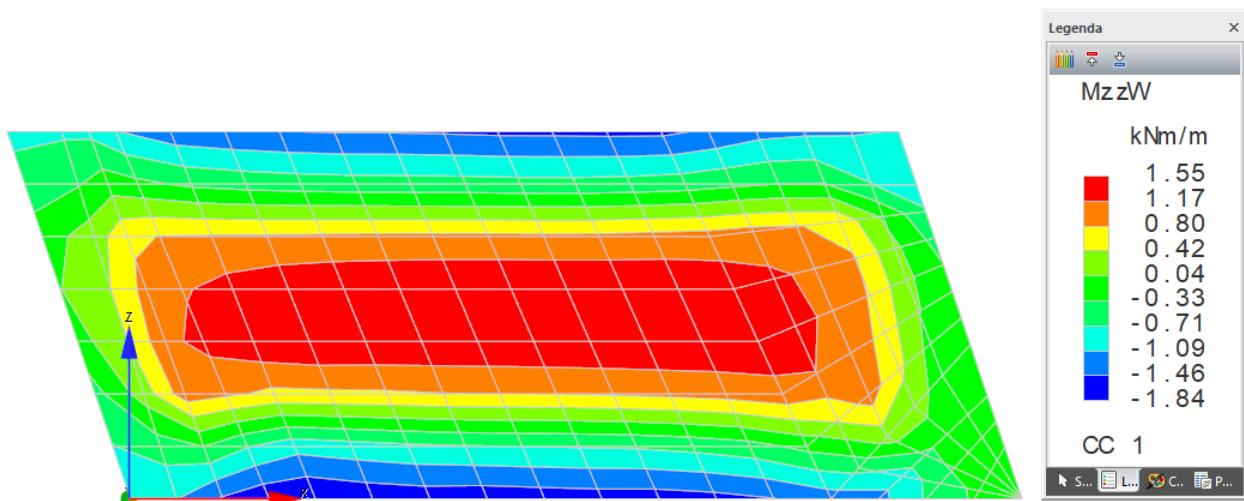


Figura 14: Momento di Wood in direzione Z allo SLV

L'armatura della platea è costituita da  $(1+1)\phi 12/200$  incrociati. Si riporta di seguito la verifica di resistenza allo SLU:

**Verifica C.A. S.L.U. - File:**

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2018 ?

**Titolo :** [ ]

**N° strati barre** [2] **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	20

N°	As [cm <sup>2</sup> ]	d [cm]
1	5.65	16
2	5.65	4

**Tipo Sezione**

- Rettan.re
- Trapez
- a T
- Circolare
- Rettangoli
- Coord.
- DXF

**Sollecitazioni**

S.L.U.  **Metodo n**

N <sub>Ed</sub> [0]	[0] kN
M <sub>xEd</sub> [0]	[0] kNm
M <sub>yEd</sub> [0]	[0]

P.tto applicazione N

- Centro
- Baricentro cls
- Coord.[cm]

xN [0] yN [0]

**Lato calcestruzzo - Acciaio snervato**

**Metodo di calcolo**

- S.L.U.+
- S.L.U.-
- Metodo n

**Tipo flessione**

- Retta
- Deviata

**Materiali**

B450C	C25/30
$\varepsilon_{su}$ 67.5 %	$\varepsilon_{c2}$ 2 %
$f_{yd}$ 391.3 N/mm <sup>2</sup>	$\varepsilon_{cu}$ 3.5
$E_s$ 200,000 N/mm <sup>2</sup>	$f_{cd}$ 14.17
$E_s/E_c$ 15	$f_{cc}/f_{cd}$ 0.8
$\varepsilon_{syd}$ 1.957 %	$\sigma_{c,adm}$ 9.75
$\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm <sup>2</sup>	$\tau_{co}$ 0.6
	$\tau_{c1}$ 1.829

**Calcoli**

**M<sub>Rd</sub>** 36.05 kNm

$\sigma_c$  -14.17 N/mm<sup>2</sup>

$\sigma_s$  391.3 N/mm<sup>2</sup>

$\varepsilon_c$  3.5 %

$\varepsilon_s$  14.98 %

d 16 cm

x 3.029 x/d 0.1893

$\delta$  0.7

**Calcola MRd** **Dominio M-N**

**L<sub>0</sub>** 0 cm **Col. modello**

**M-curvatura**

Precompresso

Risulta  $M_{Rd} = 36.05 \text{ kNm} > M_{Ed} = 2,01 \text{ kNm}$ .

## 6.9 PRESSIONI SUL TERRENO

Si riportano di seguito le pressioni agenti sul terreno allo SLU e allo SLV:

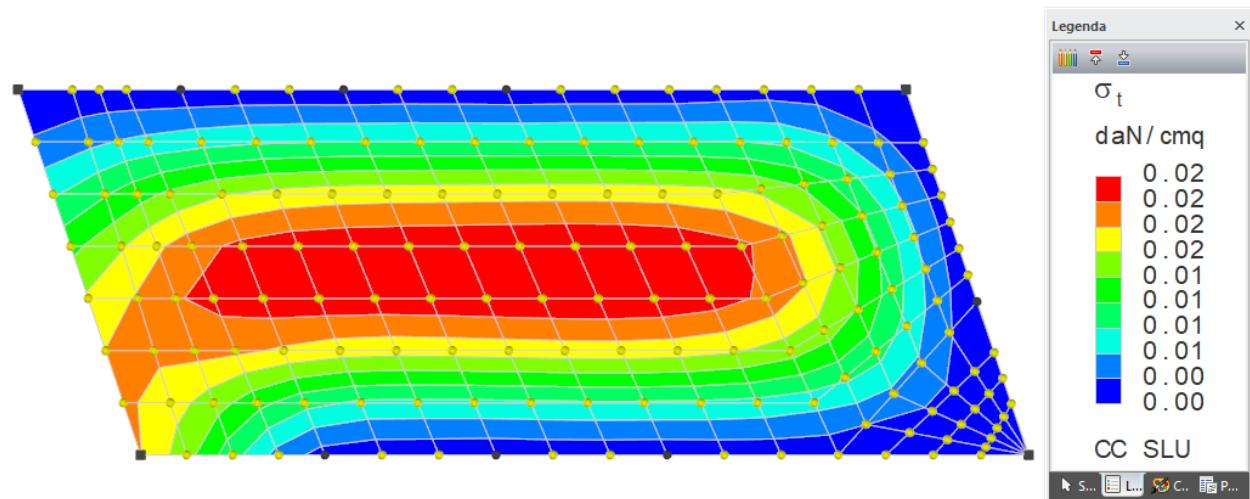


Figura 15: Pressioni sul terreno allo SLU (inviluppo)

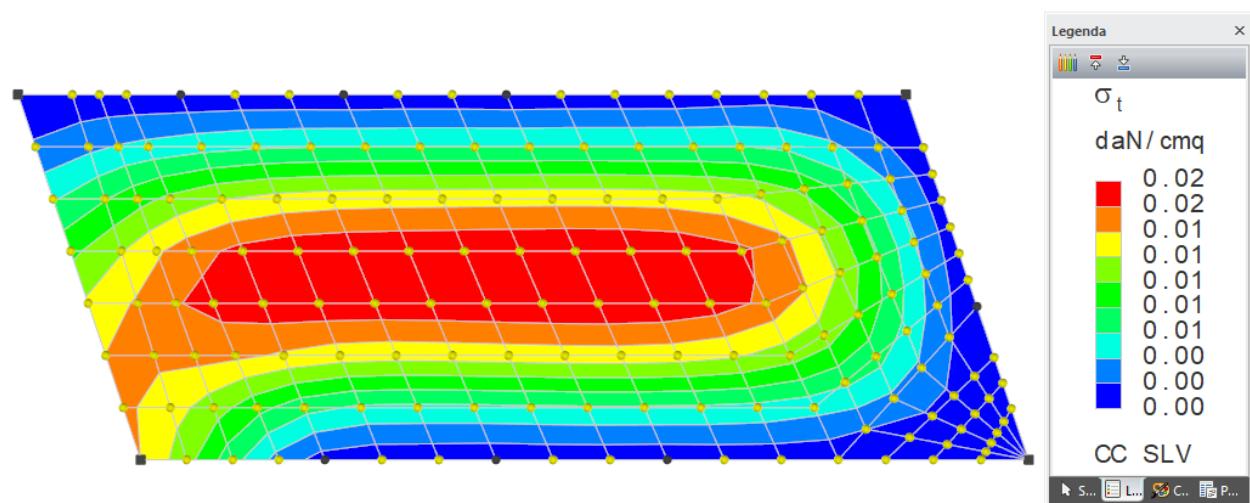


Figura 16: Pressioni sul terreno allo SLV (inviluppo)

Con una pressione di 0,02 daN/cm<sup>2</sup> la fondazione è verificata.

## 6.10 MURO ESISTENTE IN PIETRA

Le nuove fondazioni sono collegate al muro in pietra tramite inghisaggi da realizzare in corrispondenza dei 4 ringrossi puntuali in c.a.. L'inghisaggio prevede 4 barre M16 di classe 8.8 e resina tipo Hilti HIT-HY 200-A. Si riporta di seguito l'analisi dei carichi ai fini della stima dell'azione tagliante agente sull'inghisaggio:

INPUT	
Geometria	
Lunghezza sbalzo	1.80 m
Interasse ringrossi	3.90 m
Area sezione cls	0.67 m <sup>2</sup>
H <sub>tapponatura</sub>	2.80 m
L <sub>infl,copertura</sub>	1.60 m
% scarico muro	50%
Carichi	
γ <sub>cls</sub>	25 kN/m <sup>3</sup>
G <sub>2,tapponatura</sub>	0.88 kN/m <sup>2</sup>
G <sub>2,copertura</sub>	0.88 kN/m <sup>2</sup>
Q <sub>passerella</sub>	4.00 kN/m <sup>2</sup>
G <sub>1,UPN220</sub>	0.29 kN/m
G <sub>1,HEA220</sub>	0.51 kN/m
OUTPUT	
Scarichi totali	
G <sub>1,c.a.</sub>	65.76 kN
G <sub>1,UPN220</sub>	1.13 kN
G <sub>1,HEA220</sub>	1.99 kN
G <sub>2,tapponatura</sub>	9.61 kN
G <sub>2,copertura</sub>	5.49 kN
Q <sub>passerella</sub>	28.08 kN
Scarichi su muro	
G <sub>1,c.a.</sub>	32.88 kN
G <sub>1,UPN220</sub>	0.57 kN
G <sub>1,HEA220</sub>	0.99 kN
G <sub>2,tapponatura</sub>	4.80 kN
G <sub>2,copertura</sub>	2.75 kN
Q <sub>passerella</sub>	14.04 kN
Scarico totale da parte di un ringrosso sul muro	
V <sub>Ed,RARA</sub>	56 kN
V <sub>Ed,SLU</sub>	76 kN

Si riporta di seguito la verifica dell'ancoraggio eseguita con il software Hilti PROFIS Engineering 3.0.78:



Hilti PROFIS Engineering 3.0.78

[www.hilti.it](http://www.hilti.it)

Impresa:	Pagina:	1
Indirizzo:	Progettista:	
Telefono / Fax:	E-mail:	
Design:	Data:	
Contratto N°:		27/05/2022

Commenti del progettista:

## 1 Dati da inserire

Tipo e dimensione dell'ancorante: HIT-HY 200-A + HIT-Z 100 Years M16



Periodo di ritorno (durata in anni): 100

Codice articolo: 2018416 HIT-Z M16x155 (inserire) / 434674 HIT-HY 200-A (composto indurente)

Hilti Seismic set o altro sistema per il riempimento dello spazio aulare tra piastra e ancorante.

Profondità di posa effettiva:  $h_{\text{eff,app}} = 96,0 \text{ mm}$  ( $h_{\text{eff,max}} = 192,0 \text{ mm}$ )

Materiale: DIN EN ISO 4042

Certificazione No.: ETA 12/0006

Emesso l'Valido: 28/10/2020 | -

Prova: Metodo di calcolo SOFA + fib (07/2011) – dopo prove ETAG

Fissaggio distanziato:  $e_b = 0,0 \text{ mm}$  (Senza distanziamento);  $t = 12,0 \text{ mm}$ Piastra d'ancoraggio<sup>R</sup>:  $l_x \times l_y \times t = 500,0 \text{ mm} \times 1.000,0 \text{ mm} \times 12,0 \text{ mm}$ ; (Spessore della piastra raccomandato: non calcolato)

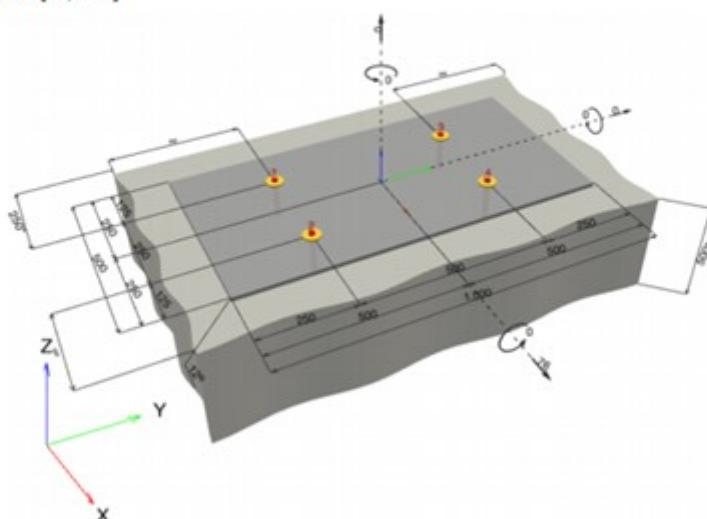
Profilo: nessun profilo

Materiale base: fessurato calcestruzzo, C20/25,  $f_{c,sf} = 20,00 \text{ N/mm}^2$ ;  $h = 500,0 \text{ mm}$ , Temp. Breve/Lungo: 0/0 °C

Installazione: Foro eseguito con perforatore, Condizioni di installazione: asciutto

Armatura: nessuna armatura o interasse tra le armature  $\geq 150 \text{ mm}$  (qualsiasi  $\varnothing$ ) o  $\geq 100 \text{ mm}$  ( $\varnothing \leq 10 \text{ mm}$ ) senza armatura di bordo longitudinale<sup>R</sup> - Il calcolo dell'ancoraggio presuppone la presenza di una piastra di ancoraggio rigida.

### Geometria [mm] & Carichi [kN, kNm]



Si dovrà verificare la corrispondenza dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità!  
PROFIS Engineering (c) 2003-2022 Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

1



Hilti PROFIS Engineering 3.0.78

[www.hilti.it](http://www.hilti.it)

Impresa:	Pagina:	2
Indirizzo:	Progettista:	
Telefono / Fax:	E-mail:	
Design:	Data:	
Contratto N°:		27/05/2022

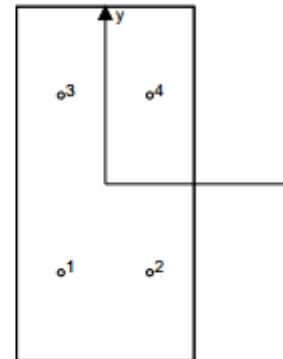
**1.1 Combinazione carichi**

Caso	Descrizione	Forze [kN] / Momenti [kNm]	Sismico	Fuoco	Util. max.	Tassello [°]
1	Combinazione 1	N = 0,000; V <sub>x</sub> = 76,000; V <sub>y</sub> = 0,000; M <sub>x</sub> = 0,000; M <sub>y</sub> = 0,000; M <sub>z</sub> = 0,000;	no	no	50	

**2 Condizione di carico/Carichi risultanti sull'ancorante****Carichi sull'ancorante [kN]**  
Trazione: (+ Trazione, - Compressione)

Ancorante	Trazione	Taglio	Taglio in dir. x	Taglio in dir. y
1	0,000	19,000	19,000	0,000
2	0,000	19,000	19,000	0,000
3	0,000	19,000	19,000	0,000
4	0,000	19,000	19,000	0,000

Compressione max. nel calcestruzzo: • [%]  
 Max. sforzo di compressione nel calcestruzzo: • [N/mm<sup>2</sup>]  
 risultante delle forze di trazione nel (x/y)=(0,0/0,0): 0,000 [kN]  
 risultante delle forze di compressione (x/y)=(0,0/0,0): 0,000 [kN]



Le forze di ancoraggio vengono calcolate presupponendo una piastra di ancoraggio rigida.



[www.hilti.it](http://www.hilti.it)

Impresa:	Pagina:	3
Indirizzo:	Progettista:	
Telefono / Fax:	E-mail:	
Design:	Data:	
Contratto N°:		27/05/2022

| Bozze\_Ancoraggio con passo 3,90 m\_2022 05 27

### 3 Carico di trazione SOFA (fib (07/2011), paragrafo 10.1)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo $\beta_N$ [%]	Stato
Rottura dell'acciaio*	N/A	N/A	N/A	N/A
Rottura conica del calcestruzzo**	N/A	N/A	N/A	N/A
Fessurazione**	N/A	N/A	N/A	N/A

\*ancorante più sollecitato \*\*gruppo di ancoranti (ancoranti sollecitati)

---

Si dovrà verificare la corrispondenza dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità!  
PROFIS Engineering ( c ) 2003-2022 Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

[www.hilti.it](http://www.hilti.it)

Impresa:	Pagina:	4
Indirizzo:	Progettista:	
Telefono I Fax:	E-mail:	
Design:	Data:	
Contratto N°:		27/05/2022

#### 4 Carico di taglio SOFA (fib (07/2011), paragrafo 10.2)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo $\beta_V$ [%]	Stato
Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)*	19,000	38,400	50	OK
Rottura dell'acciaio (con braccio di leva)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Rottura per pryout**	38,000	103,265	37	OK
Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione **	N/A	N/A	N/A	N/A

\*ancorante più sollecitato \*\*gruppo di ancoranti (ancoranti specifici)

##### 4.1 Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)

$V_{Rd,N}$ [kN]	$\gamma_{M,N}$	$V_{Rd,E}$ [kN]	$V_{sd}$ [kN]
48,000	1,250	38,400	19,000

##### 4.2 Rottura per pryout

$A_{e,N}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{e,N}^0$ [mm <sup>2</sup> ]	$\Psi_{A,N}$	$c_{e,N}$ [mm]	$s_{e,N}$ [mm]	$k_s$
154.944	82.944	1,868	144,0	288,0	2,560
$e_{el,V}$ [mm]	$\Psi_{el,N}$	$e_{ez,V}$ [mm]	$\Psi_{ez,N}$	$\Psi_{s,N}$	$\Psi_{ns,N}$
0,0	1,000	0,0	1,000	1,000	1,000
$N_{m,F}^0$ [kN]	$\gamma_{M,F}$	$V_{Rd,E}$ [kN]	$V_{sd}$ [kN]		
32,390	1,500	103,265	38,000		

ID gruppo ancoranti

3, 4

#### 5 Spostamenti (ancorante più sollecitato)

Carichi a breve termine:

$N_{sk}$ = 0,000 [kN]	$\delta_N$ = - [mm]
$V_{sk}$ = 14,074 [kN]	$\delta_V$ = 0,5630 [mm]
	$\delta_{NV}$ = - [mm]

Carichi a lungo termine:

$N_{sk}$ = 0,000 [kN]	$\delta_N$ = - [mm]
$V_{sk}$ = 14,074 [kN]	$\delta_V$ = 0,8444 [mm]
	$\delta_{NV}$ = - [mm]

Commenti: Gli spostamenti a trazione risultano validi con metà del valore della coppia di serraggio richiesta per non fessurato calcestruzzo! Gli spostamenti a taglio sono validi trascurando l'attrito tra il calcestruzzo e la piastra d'ancoraggio! Lo spazio derivante dal foro eseguito con perforatore e dalle tolleranze dei fori non viene considerato in questo calcolo!

Gli spostamenti ammissibili dell'ancorante dipendono dalla struttura fissata e devono essere definiti dal progettista!



Hilti PROFIS Engineering 3.0.78

[www.hilti.it](http://www.hilti.it)

Impresa:	Pagina:	5
Indirizzo:	Progettista:	
Telefono I Fax:	E-mail:	
Design:	Data:	
Contratto N°:		27/05/2022

## 6 Attenzione

- Fenomeni di ridistribuzione dei carichi sugli ancoranti derivanti da eventuali deformazioni elastiche della piastra non sono presi in considerazione. Si assume una piastra di ancoraggio sufficientemente rigida in modo che non risulti deformabile sotto l'azione di carichi!
- La lista accessori inclusa in questo report di calcolo è da ritenersi solo come informativa dell'utente. In ogni caso, le istruzioni d'uso fornite con il prodotto dovranno essere rispettate per garantire una corretta installazione.
- Il metodo Fib (07/2011) assume l'assenza di spazi anulari tra gli ancoranti e la piastra di ancoraggio. Questo può essere ottenuto mediante il riempimento con resina di sufficiente resistenza a compressione (p.e. usando il sistema Hilti Seismic/Filling set) o attraverso altri mezzi idonei.
- L'utente è responsabile della conformità alle norme correnti (e.g. EC3, AS 4100, ecc.)
- La verifica del trasferimento dei carichi nel materiale base è necessaria in accordo a fib (07/2011).
- L'adesione chimica caratteristica dipende dal periodo di ritorno (durata in anni): 100

**L'ancoraggio risulta verificato!**

Si dovrà verificare la corrispondenza dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità!  
PROFIS Engineering ( c ) 2003-2022 Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

Si procede ora alla verifica dell'incremento delle tensioni alla base del muro.

Il muro presenta un'altezza di 5,50 m ed una sezione con spessore variabile da 500 mm in sommità a 1000 mm alla base. Si riportano di seguito i calcoli:

INPUT	
Geometria	
Altezza	5.50 m
Sp. in sommità	0.50 m
Sp. alla base	1.00 m
Interasse ringrossi	3.90 m
Lungh. muro	18.26 m
Carichi	
$\gamma_{muro}$	21 kN/m <sup>3</sup>
Q	4.00 kN/m <sup>2</sup>
$L_{infl,SDF}$	0.80 m
$V_{Ed,ringrosso 1}$	56 kN
$V_{Ed,ringrosso 2}$	56 kN
$V_{Ed,ringrosso 3}$	76 kN
$V_{Ed,ringrosso 4}$	56 kN
OUTPUT	
$A_{base\ muro}$	18.26 m <sup>2</sup>
$G_{muro}$	1582 kN
$Q_{SDF}$	95 kN
$V_{Ed,ringrossi\ totale}$	244 kN
$\sigma_{iniziale}$	0.09 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{finale}$	0.10 N/mm <sup>2</sup>
$\Delta\sigma$	0.01 N/mm <sup>2</sup> = 9%

L'incremento di tensioni è pari al 9%; l'intervento non richiede pertanto l'adeguamento del muro esistente.